SAGGIO SOPRA I PRINCIPALI FENOMENI DELLA METEOROLOGIA DEL SIGNOR...

Gaspard Monge

supplire a questo difetto il sig. Monge facendo uso di varie scoperte dei moderni credo che abbia scritto questa memoria, all' estratto della quale aggiungerò alcune riflessioni, lasciando al pubblico il giudicare.

„ I fisici per lungo tempo, dice l' A., non vollero riconoscere le mollecule dei corpi come capaci di agire le une su le altre; ma ristretti nelle loro ricerche all' osservazione dei corpi in grandi masse, da principio non hanno ammesso altre spiegazioni, che quelle, le quali loro parvero convenire colle leggi generali della meccanica; ed allora soltanto conobbero la scambievole tendenza che hanno le parti dei corpi le une verso le altre, quando considerarono gl' andamenti della natura nelle composizioni, e scomposizioni chimiche „.

Un zelante difensore della scienza degli antichi, griderebbe esser falsissima la proposizione dell' Autore, trovandosi negli scrittori traccie assai chiare della cognizione delle affinità presso gli antichi; nè dimenticherebbe di citare Plutarco per provare, che Empedocle credè essere quattro gli elementi della materia, tra' quali havvi un' amicizia che gli unisce, ed una discordia che li separa; perciò le

mollecule si attirano, o respingono scambievolmente; dal che ne segue che secondo Empedocle in natura nessuna sostanza perisce, ma sono tutte in una circolazione perpetua. Molte altre testimonianze di scrittori antichi rapporterebbe un antiquario; siccome però questa proposizione dell' A. non ha che fare col trattato; così seguirò ad esporre le altre.

„ Per ispiegare l' ascesa dell' acqua nell' atmosfera per le sole leggi idrostatiche, erano forzati i fisici a formare ipotesi ingegnose, ma contrarie ai fenomeni; così per esempio supponevano che alla superficie dei corpi umidi si formassero globetti vescicolari pieni d' aria rarefatta dal calore, o di qualch' altro fluido elastico; e che questi globetti fatti più leggieri dell' ambiente si elevassero sinchè fossero in equilibrio coll' aria. Ma oltre che la formazione di tali globetti è meramente ipotetica, essa non può servire, che per render ragione dell' ascesa, non già della corrispondenza tra le modificazioni dell' atmosfera, e le variazioni barometriche; nè dell' evaporazione del ghiaccio, e di molti altri corpi solidi nell' aria anche tranquilla „. Se l' Autore avesse letto sua memoria in presenza di alcuni dei molti difen-

sori de' vapori vescicolari, gli avrebbero tosto detto: se credete che noi non rendiamo ragione delle variazioni barometriche a norma dei diversi stati dell' atmosfera, aprite i nostri libri, e sarete tosto convinto del vostro inganno; se poi giudicate erronee le nostre spiegazioni, vi conviene confutarle, e non dire, che non ispieghiamo i fenonemi. Ma il sig. Monge inferiormente discorre di nuovo dei vapori vescicolari, perciò riserbiamo per un poco l' esame di questa questione.

„ Il sig. le Roi di Montpellier, dice il Monge, ci fece fare il primo passo in questa carriera, dimostrando, che l' aria scioglie l' acqua, e la converte in fluido elastico, come l' acqua scioglie i sali, e li rende liquidi „. Siccome Musschembroek, Bouillet, ed altri prima del le Roi scrissero operarsi l'elevazione, e sospensione dei vapori per mezzo della dissoluzione dell' acqua nell' aria; altri credettero elevarsi nell' atmosfera, come in una spugna, così alcuni potrebbero contendere ad altri doversi attribuire questo primo passo,

„ Dalle sperienze del signor le Roi ne segue 1.° che l' aria assorbendo l' acqua conserva sua trasparenza, ciò, che non succederebbe nel

caso di semplice sospensione; 2.° che scemando la facoltà dissolvente dell' aria in ragione della quantità d' acqua assorbita, l' aria può arrivare ad una vera saturazione; 3.° che il punto di saturazione varia secondo le temperature, contenendone di più a proporzione, che è più calda; 4.° che se l' aria saturata di acqua si raffredda, diviene sopra saturata, ed abbandona l' acqua che conteneva pel maggior calore. Per mezzo di questa sola scoperta però non si potevano ancora spiegare i fenomeni della meteorologia, ma era di già facile il render ragione di molti fatti giornalieri, dei quali sin' allora non si poteva assegnare la cagione, nè conoscere le relazioni „. Essendo stati spiegati molto prima i fenomeni della meteorologia, è chiaro, che l' A. ha inteso di parlare delle cause, e relazioni veraci.

„ Entriamo in alcuni particolari, continua il sig. Monge. Quando l' aria satura, o quasi satura d' acqua vien posta in contatto di un corpo più freddo, lo strato d' aria che lo tocca si raffredda, abbandona l' acqua, che precipitando sul corpo lo bagna, se ne è suscettibile; altrimenti si dissipa in modo insensibile nell' atmosfera. In questo caso l' aria non perde sua

trasparenza, perchè essendo un cattivo conduttore del calore non si raffredda sensibilmente che vicino al corpo; e la precipitazione dell'acqua non ha luogo nelle altre parti. Così nella state le bottiglie portate dalle cantine fresche in camere più calde, restano esteriormente bagnate dai vapori dell'ambiente; d'inverno i vetri delle finestre sono bagnati nella superficie interna, quando l'aria nelle camere è più calda dell'esterna; all'opposto resta la superficie esterna dei vetri bagnata, quando in un tratto spira un vento più caldo dell'aria rinchiusa nelle camere, nel qual caso anche le pietre per la stessa ragione si vedono umide ,,. La spiegazione di questi fenomeni si ritrova pure in molti scrittori, dei quali alcuni dicono che l'acqua, la quale serviva al fuoco di veicolo resta alla superficie dei corpi freddi, nei quali penetra il calore dell'ambiente ,,.

Quando l'aria atmosferica saturata, o quasi saturata d'acqua si raffredda sensibilmente in tutta la sua estensione, l'acqua che si precipita rimane sparsa per tutto il volume dell'aria in globetti estremamente piccoli, i quali sebbene in se pellucidi, tuttavia intorbidano la trasparenza dell'aria per le rifrazioni, che subisce la luce;

quindi l' aria diviene visibile (conviene intendere i vapori divenuti visibili) , e ci presenta un fumo , od una nebbia. Dal detto resta manifesta la spiegazione del fumo , che si solleva dall' acqua , quand' è più calda , dell' ambiente; poichè lo strato d' aria che tocca l' acqua riscaldandosi pel contatto , diventa meno saturato d' acqua , di quel che era prima , perciò ne scioglie ; ma divenendo parimenti più leggiero per essere rarefatto si solleva , conservando sua trasparenza , sinchè mescolandosi coll' aria fredda perde l' acquistato calore , e diviene soprasaturato : allora abbandona l' acqua che non può più tenere in dissoluzione , e quest' acqua intorbida la trasparenza dell' aria , e ci presenta il fumo , che continua a sollevarsi pel moto acquistato dall' aria , in cui si trova. Finalmente questo fumo si dilegua o perchè distribuito in una maggiore estensione non si vede più , o perchè viene disciolto dall' aria non ancora affatto saturata d' acqua. Nella stessa guisa si forma il fumo che si osserva nel inverno sopra i fiumi , quantunque l' acqua sia al grado del gelo, il fumo dell' acqua di fresco estratta dal pozzo , e simili , si rendono visibili i vapori dell' aria espirata dagli animali ; su questi si

vede un fumo; quando sudano; ed alle sere della state si vede una nebbia nelle valli: perchè l'aria di giorno riscaldata dai raggi solari anche riflessi dalle colline, scioglie una grande quantità d'acqua; alla sera poi elevandosi nel mescolarsi con aria più fredda perde il suo calore, e lascia precipitare l'acqua.

„ Questa spiegazione del fumo che si solleva dall'acqua calda, e degli altri fenomeni analoghi è cotanto felice, che agli amatori del vero non può a meno di rincrescere, che il sig. Monge siasi lasciato trasportare dalla fantasia a dedurre i fatti dai ragionamenti; anzi che prima esaminare i fenomeni naturali; indi sui fatti ragionare. Imperciocchè secondo l'A. l'aria riscaldata pel contatto dell'acqua calda si eleva conservando la sua trasparenza, sinchè mescolandosi coll'aria fredda perde il suo calore, e lascia precipitar l'acqua che si mostra in fumo: da ciò ne segue, che tra l'acqua calda ed il fumo dee osservarsi uno strato d'aria trasparente; ed appunto in questo la natura rovescia i suoi raziocinii; mostrando il fumo lambente il liquido caldo, senza alcuna interposizione di strato trasparente, come poteva accertarsi il sig. Monge con tutta la facilità prendendo

il caffè; poichè se gli fosse venuto in animo d'interrogare la natura, portando la chicchera ben piena al livello dell'occhio, avrebbe veduto il fumo immediatamente sopra il caffè; ed esaminando in seguito gli altri fenomeni, gli avrebbe descritti quali si osservano, e non quali convengono alla teoria; nè si sarebbe trovato nella dura necessità di rinunziare ad una spiegazione, che gli piaceva, dicendo, che l'aria in contatto del corpo caldo si rinnova ad ogni istante, si mescola continuamente la calda con la fredda prima che sia sensibilmente elevata sopra l'acqua calda. Riguardo alla nebbia che si osserva nelle valli, aggiungendo che la terra ritiene, ossia conserva il calore per più lungo tempo, avrebbe pure renduto ragione del vedersi la nebbia ad una certa altezza sopra la terra, del qual fenomeno non fece motto. Nella stessa maniera avrebbe potuto spiegare varj altri fenomeni analoghi, che passò sotto silenzio. Ma continuiamo l'analisi della sua memoria.

„ Dice che il sig. Le-Roi diretto nelle sue ricerche dal paragone della soluzione dell'acqua nell'aria, con quella dei sali nell'acqua, portò la sua scoperta sin dove permetteva l'analogia;

ma si fermò con questa. L'acqua essendo un liquido incompressibile (essendo dimostrato da Zimmermann che l'acqua del pozzo si comprime $\frac{1}{35.667}$, pare che avrebbe detto meglio quasi, o sensibilmente incompressibile), la di cui densità non può variare sensibilmente, se non per la mutazione di temperie, è chiaro che per la diversa temperie soltanto muterà la sua azione sui corpi che tiene in dissoluzione, mentre un fluido elastico conservando lo stesso grado di calore, cambia la sua azione in ragione della sua densità. Ma l'analogia non portò il Le-Roi sino a questo punto; perciò non potè spiegare i fenomeni principali della meteorologia; pronunziò però la parola *dissoluzione*, e fece il passo più importante. ,, Se la massima gloria dipende dall'aver detto, che l'acqua si scioglie nell'aria, da quanto ho notato superiormente di Musschenbroek è manifesto a chi si compete.

,, Infatti, continua l'autore, si conobbe tosto che l'aria scioglie maggiore quantità di acqua, in ragione della sua maggiore densità: il che si prova saturando bene d'acqua l'aria rinchiusa sotto la campana pneumatica; allora

facendo il vuoto a ciascun colpo di stantuffo, fermandosi alquanto si vede, che l' aria perde la sua trasparenza, e si forma una nebbia, perchè a ciascun colpo per la minore densità, l' aria perde una parte della sua capacità a tenere disciolta l' acqua. Quindi fu facil cosa lo spiegare molti fenomeni della meteorologia, e la corrispondenza tra le mutazioni barometriche, e le modificazioni atmosferiche. Ed in vero qualora dopo molti giorni sereni la colonna di mercurio si abbassa, per conseguenza è scemata la pressione dell' aria, è manifesto che gli strati inferiori meno premuti deggiono divenir saturati, od anche soprasaturati se è grande l' abbassamento del barometro; perciò l' aria dee abbandonar l' acqua, che presenta le nubi. Le mollecule d' acqua cadrebbero tosto; ma l' atmosfera perpetuamente agitata per la mutazione di temperie col suo movimento le trattiene. Per lo stesso moto però urtandosi, e per l' unione formando globi più grossi, vincono in fine la resistenza dell' aria, e cadono in pioggia, le goccie della quale sono maggiori in ragione dell' altezza, da cui cadono, e dello spessore della nuvola. All' opposto quando dopo molti giorni di pioggia la colonna di mercurio si alza

nel barometro, gli strati inferiori, che dapprima erano saturati per la maggiore densità dell'aria divengono capaci di dissolvere altr'acqua, perciò i corpi umidi si asciugano, le nubi si dissipano, e si rasserena il cielo ,,.

Il sig. Monge essendo persuaso, che i principali fenomeni della meteorologia dipendono dalla dissoluzione dell' acqua nell' aria, non vede nelle sperienze, ed in natura altro che prove della sua opinione. Ma il sig. De-Luc che appena uscita questa memoria ne criticò alcuni punti nell' esame della medesima diretto agli autori degli annali di chimica, tra le altre cose dice, che nel suddetto sperimento ad ogni colpo di stantuffo si eccita una nebbia, perchè raffreddandosi lo spazio compreso sotto la campana, maggiormente che i cuojami su cui poggia, si sollevano nuovi vapori dai cuojami bagnati; il che provarono i sig. Wilke, e de Saussure, ripetendo questo antico sperimento di Nollet in modo, che nel rarefar l'aria non vi fosse più una nuova sorgente di vapori, ed allora non solo non comparve più nebbia; ma ancora si osservò divenire più secca l'aria. Rispetto poi alla corrispondenza delle variazioni barometriche con le modificazioni dell'atmo-

sfera, quelli che sostengono opinioni diverse la spiegano con uguale facilità; il sig. De-Luc per altro in questo suo esame (num. 20) dice che rinunzia alla spiegazione che ne diede altrove, e che non ne sa la cagione; e ciò che mi pare certo si è, che il sig. Monge non considerò che alcune volte all'elevazione del barometro ne segue la pioggia, ed all' abbassamento tiene dietro la serenità, delle quali anomalie egli non fece motto, e se non prendo abbaglio, non si può render ragione senza ricorrere al doppio stato dell'acqua nell' atmosfera, come feci altrove (Theses ex Univ. phil. pag. 187) parlando delle variazioni barometriche. Prima di progredire il sig. Monge vuol discutere l'osservazione del signor de Saussure, cioè, che l'igrometro a capello posto sotto la campana pneumatica, a ciascun colpo di stantuffo in vece di segnare maggior umidità, si muove verso l'estrema siccità. Secondo l'Autore questo procede dalla pressione dell'aria, che a ciascun colpo di stantuffo facendosi minore, permette all'acqua di uscire dal capello, le parti del quale per la forza di attrazione sforzandosi di accostarsi scacciano l'acqua frapposta. Siccome quest'os-

servazione è importante per la teoria dell'evaporazione, perciò il sig. De-Luc esaminò particolarmente la spiegazione dell' A., dicendo che se avesse dato un' occhiata all' *Igrometria* del sig. de Saussure, ovvero alle sue *idee su la meteorologia*, avrebbe veduto che la sua opinione è contraddetta dal fatto, segnando il capello l' umidità estrema allo stesso punto, sebbene diversa sia la pressione dell' aria. Il sig. Monge per altro conviene, che sarebbe temeraria cosa lo stabilire una teoria sopra una spiegazione cotanto dilicata, e spogliata di fatti positivi; ma siccome è un fatto particolare, non si dee considerare trattandosi di una teoria generalmente ricevuta.

Se quando un fatto solo osta ad una teoria non si debba considerare, ne giudichino i fisici; che la teoria poi proposta dall' A. sia generalmente ricevuta, non havvi che i digiuni di questa scienza, che lo possano credere. Siccome però il sig. De-Luc lo prega a confutargli la sua critica nella stessa opera, in cui l' A. stampò sua Memoria, non è improbabile, che vediamo la risposta del sig. Monge, di cui in tal caso ci faremo un pregio di dare l' estratto. „ L' evaporazione, prosegue l'A., è sempre

accompagnata da un raffreddamento proporzionale alla quantità, e rapidità della dissoluzione. Questo fenomeno fu spiegato dal dottor Black, il quale dimostrò, che i corpi passando dallo stato solido al liquido, e da questo allo stato di fluido elastico, assorbiscono quantità determinate di fuoco (*calorique*), che tolgono ai corpi vicini, dei quali abbassano la temperie. L'analogia tra queste due mutazioni è ancor maggiore di quel, che pare. Imperciocchè i solidi passano allo stato liquido in due maniere diverse o per la sola azione del fuoco, come nelle fusioni, o per l'azione di un liquido preesistente, ed allora l'operazione è una vera dissoluzione: in ambidue i casi il fuoco viene assorbito, ma generalmente la dissoluzione ne assorbisce molto meno della fusione. Parimenti i liquidi possono passare allo stato di fluido elastico o per la sola azione del fuoco, come nella *vaporizzazione* (distillazione, od altra evaporazione prodotta dal fuoco), o per l'azione di un altro fluido elastico di già formato come nell'evaporazione; e siccome in questo secondo caso l'assorbimento del fuoco è molto minore, ne segue, che l'azione del fuoco è ajutata da quella del dissolvente. Laonde s'ingannarono

quei fisici, i quali credettero, che l'evaporazione non potea esistere senza che il fuoco primieramente convertisse in vapori il liquido. La qual opinione è assolutamente falsa, poichè sotto la pressione dell'atmosfera, ed alle temperature ordinarie l'acqua non si *vaporizza* giammai, se non in contatto dell'aria non ancora saturata.

Siccome questa conseguenza è opposta alla teoria dell'evaporazione del signor De-Luc, così questo è il primo punto, che trattò nel suo esame, ed appoggiato ad una sperienza del sig. Watt, che esaminò il calore perduto da due quantità uguali d'acqua calda, delle quali una era coperta con carta unta d'olio per impedire l'evaporazione, l'altra restava in contatto dell'aria libera, dice, che l'acqua evaporata avea tolto al vaso una quantità di fuoco proporzionalmente maggiore di quella, che contengono i vapori dell'acqua bollente. Se il sig. De-Luc avesse descritto distintamente il modo, con cui determinò il calore dei vapori dell'acqua bollente, secondo le diverse qualità dei vapori, e delle varie circostanze, indi col ragguaglio dello sperimento del sig. Watt avesse posto sott'occhio la conseguenza, che ne de-

dusse, avrebbe certamente fatto cosa grata ai fisici. Quanto sia difficile misurare il calore perduto, od acquistato da un corpo, è chiaro da ciò, che il termometro non segna, che la quantità corrispondente allo spazio, che occupa, ed alla sua natura relativamente alla capacità. Il sig. Lavoisier ricorre alla quantità di ghiaccio fuso: ma chi ignora, che il ghiaccio ha diversi gradi di freddo, ossia la quantità di fuoco residua nel ghiaccio è diversa nei diversi ghiacci, perciò si richiede una diversa quantità di fuoco per renderlo liquido? dal detto parmi, che si possa dedurre, che il sig. Monge non vedendo che dissoluzioni nell'atmosfera, non corredò sufficientemente di fatti le sue asserzioni; ed il De-Luc trovando in ogni evaporazione l'unione del fuoco coll'acqua non ha combattuto bastantemente la dissoluzione; quello poi, che più rincresce si è, che avendo ciascuno la sua teoria nella mente, difficilmente si potranno indurre a considerare i fatti sotto i loro diversi aspetti. Mentre si fa la dissoluzione dell'acqua nell'aria, crescendo la capacità dell'acqua disciolta per contenere il fuoco, non può produrre il raffreddamento, senza che l'evaporazione sia soltanto cagionata dal fuoco? la sco-

perta del raffreddamento prodotto dall'evaporazione, che l'A. attribuisce al dottor Cullen, servì a spiegare un aggiunto ordinario dei fenomeni meteorologici, vale a dire quando il barometro si alza, e rasserena il cielo, la dissoluzione dell'acqua assorbisce il fuoco, perciò si abbassa la temperie dell'atmosfera; all'opposto quando il mercurio discende nel barometro, e l'aria fatta sopra saturata abbandona l'acqua, che teneva disciolta, l'acqua ritornando allo stato liquido abbandona il fuoco, che riscalda l'aria. Quest'osservazione dell'A. di già fatta da molti altri, ed anche dal volgo, conferma ugualmente la teoria, in cui si stabilisce il solo fuoco per cagione dell'evaporazione.

„ Cade forse quì in acconcio, segue l'A., di parlare della forma, che prende l'acqua abbandonata dall'aria per l'abbassamento di temperie, o per una diminuzione sufficiente di pressione nell'atmosfera. Alcuni fisici moderni ingannati dalla leggerezza apparente delle mollecule d'acqua, che formano le nuvole, dalla facoltà, che hanno di galleggiare quando si ricevono sulla superficie dell'acqua, senza confondersi con la massa, dalla grande mobilità, di cui

godono allora, e sedotti da alcune apparenze speciose quando credettero di osservare le molecule elevarsi per se stesse nell' atmosfera, senza essere determinate da alcuna agitazione del fluido, credettero, che quei globetti dovessero essere cavi, pieni di un fluido particolare più leggiero dell' aria atmosferica, ed attorniati da uno strato dello stesso fluido, e diedero a tali globetti il nome di *vapore vescicolare.* Nel numero quasi infinito di globetti d'acqua, che intorbidano la trasparenza dell' aria quando il cielo è tutto coperto, non è forse impossibile, che pel concorso di aggiunti, che sarebbe però difficile di indicare, si trovi qualche vapore, che prenda la forma vescicolare, e se n'esiste alcuno, non può essere pieno, e circondato se non d'aria atmosferica. Ma generalmente l'acqua abbandonata dentro un fluido elastico, che la teneva in dissoluzione, si converte in globetti piccolissimi, pieni, dispersi, e che sebbene di peso specifico molto maggiore del fluido, che gli contiene, tuttavia restano sospesi per due cagioni, che è necessario di sviluppare. 1.° Lo stato di divisione, in cui l'acqua si trova, e la piccolezza dei globetti, nei quali allora è ridotta, fanno sì, che essa

provi una grande resistenza per parte dell'aria, per la quale dee impiegare un tempo considerevole a percorrere molte centinaja di tese nell'atmosfera; parimenti che un precipitato metallico impiega molte ore a discendere per alcuni pollici in un liquido di peso specifico molto minore del suo.

2.° L'affinità dell'acqua coll'aria anche saturata di questo liquido fa appicciare ciascun globetto allo strato d'aria, che lo circonda, la qual cosa produce lo stesso effetto, che se il volume fosse accresciuto senza che il peso cresca in proporzione, perciò ritarda la caduta. Per una simile aderenza all'aria ambiente, un ago di acciaio secco può nuotare su l'acqua, quantunque il suo peso specifico sia molto maggiore di quello del liquido. Quest'aderenza non è un'ipotesi, ma viene provata da tutti i fatti che hanno qualche analogia con la nostra questione; ed è in virtù di tale aderenza allo strato d'aria che goccie d'acqua massiccie si affondano appena per la metà del loro diametro, quando rotolano su la superficie dell'acqua anche agitata. Si credè che i globuli di acqua che formano le nuvole e le nebbie fossero vescicolari, perchè quando si ricevono

su la superficie dell' acqua, galleggiano senza unirsi alla massa; ma come io dimostrai in una memoria che ho letto l' anno passato all' accademia con un cannello (chalumeau) capillare è facilissimo il far galleggiare su la superficie dello spirito di vino goccie massiccie di questo liquido; si veggono rotolare con grandissima libertà, urtarsi, e riflettersi senza unirsi. Sebbene il successo di questo sperimento sia men facile facendo uso dell' acqua; tuttavia frequentemente si verifica anche con questo liquido; p. e. ogni volta che il remigante alza il remo, l' acqua che cola si divide in globetti massicci di una o due linee di diametro, molti dei quali rotolano su la superficie dell' acqua, e non si mischiano con la medesima che molto tardi. Si conosce che queste goccie sono massiccie dal paragone colle bolle vescicolari, che si formano nello stesso tempo, e principalmente perchè sono convesse tanto inferiormente, quanto superiormente, mentre le bolle sono tutte emisferiche. Ora la grossezza delle goccie è un ostacolo evidente alla produzione di questo fenomeno; adunque se egli è cotanto frequente in goccie d' acqua di due linee di diametro, tanto più deve aver luogo nei glo-

betti delle nubi, il diametro dei quali è appena la cinquantesima parte d'una linea, e la loro massa è un millione di volte più piccola. Si persuasero ancora che i globetti dei quali si parla fossero vescicolari per la rapidità, con la quale si muovono su la superficie dell'acqua; ma appunto questa rapidità prova che sono massicci, e che toccano appena la superficie; poichè se fossero cavi, per conseguenza emisferici, proverebbero dall'aria, e dall'acqua una resistenza, che si opporrebbe alla libertà del loro movimento, come ciascuno può accertarsi paragonando globetti massici di spirito di vino, con bolle di ugual diametro: queste a stento si muovono, mentre i globetti massicci cedono facilmente alla menoma agitazione. Finalmente l'iride, che si mostra quando le goccie di pioggia, che si sa essere piene, sono rischiarate dal sole, e che non è giammai prodotta dai globetti di cui sono formate le nubi, sembrò un'altra prova, che quei globetti non hanno gli stessi aggiunti, che le goccie di pioggia, e si credè che tutta la differenza consista nell'essere essi vescicolari. Ma non si considerò, che vi sono due condizioni necessarie alla formazione dell'iride; la prima

che le goccie di pioggia siano rischiarate dalla luce diretta del sole; la seconda che esse siano situate in maniera da essere vedute direttamente dall' osservatore: ora pei globetti delle nubi mancano amendue queste condizioni. L' opacità della nuvola fa che i globetti posti alla superficie sono i soli, che possono essere rischiarati, e veduti. Così tra i globetti, quelli che hanno gli aggiunti proprj per la produzione dell' iride sono in troppo piccol numero, e l' iride che non è mai sensibile, se non quando è rinforzata dai raggi riflessi da goccie numerose, e poste a diverse distanze dall' osservatore si ritrova troppo debole per essere veduto. L' esistenza dei vapori vescicolari non è adunque provata da alcun fatto sufficientemente bene osservato; e siccome non si può intendere la loro formazione senza altre supposizioni ugualmente gratuite, e che altronde non sono necessarie alla spiegazione di alcun fenomeno; ne segue che esse furono sempre rigettate dai migliori fisici, sotto qualunque forma siano state presentate „. Così conchiude il signor Monge riguardo ai vapori vescicolari.

Questa conseguenza però parve affatto mal fondata al sig. De-Luc, che propose la teoria dei

vapori vescicolari, la quale fu confermata, e corredata di molte ragioni dal sig. de Saussure. Primieramente proporrò le ragioni del signor De-Luc, indi aggiungerò alcune riflessioni sui ragionamenti del nostro A., e del suo critico.

Se i globetti d'acqua o vapori fossero massiccj, dice il sig. De-Luc, è chiaro, che lo strato d'aria, che li contiene dee avere un maggior peso, perciò premere maggiormente gli strati inferiori; ma questo è appunto l'opposto di quello, che osservai sino dal 1758, che mi portai su le montagne per esaminare gli strati nebbiosi, e segnai le conseguenze dedotte dalle osservazioni ai §§. 672 delle *Ricerche su le modificazioni dell' atmosfera*, e 607 delle mie *Idee su la meteorologia.* Il sig. Monge certamente ignorava queste cose quando scrisse l'esistenza dei vapori vescicolari non è provata da alcun fatto sufficientemente bene osservato. Rispetto poi al fatto del remigante, desso prova che le goccie, che rotolano sull'acqua, sono vuote, altrimenti nel cadere si unirebbero tosto; e se restassero galleggianti senza un urto, non affonderebbero, come succede agli aghi d'acciajo. Ma essendo vuote, l'acqua della pellicola cola sempre all'ingiù, perciò dopo qual-

che tempo si rompono. Per quanto spetta alla rapidità, anch' essa prova, che le goccie sono cave, altrimenti pel peso farebbero un solco nell' acqua, e sarebbero ritardate nei loro movimenti. Le altre prove aggiunte dal sig. Monge confermano, ch' egli si occupò poco dei diversi oggetti della fisica relativi alla meteorologia „.

Che giudicare di due celebri scrittori, i quali parlano cotanto decisivamente? parmi che il sig. Monge volendo scrivere di meteorologia avrebbe dovuto o proporre le sue opinioni, quali gli vennero in mente senza accennare, tanto meno pretendere di confutare con esse gli scrittori, che lo hanno preceduto, ovvero avendo in animo di confutarli dovea esaminar bene tutti i più validi argomenti, e quelli creduti tali dagli autori, e refutarli ciascuno separatamente, nel che dovea piuttosto abbondare, che essere scarso, perchè non potessero dargli la taccia d' ignorare le ragioni contrarie già pubblicate dagli altri. Il suo critico poi sembra, che avrebbe potuto attenersi maggiormente all' ordine dal sig. Monge seguito nella sua Memoria, in vece di prendere le proposizioni sparse, ed unirle insieme; o volendo

anche tenere questo metodo potea senza dare spiegazioni di fenomeni, che non sono in quistione, esaminare molti punti, che ha ommesso nelle stesse questioni trattate. Finalmente per quanto spetta alla questione principale, cioè se i vapori siano vescichette, o goccie piene, ho già addotto altrove (*Lettere fisico-meteorologiche pag.* 111) le ragioni, che per brevità tralascio, per cui li credo globetti sodi, ma attorniati da una atmosfera elettrica, che li solleva dal suolo, li tiene sospesi nell' aria, li muove ec. secondo i diversi aggiunti. Ed in vero essendo cosa nota al volgo istesso, che in occasione dei temporali, cioè quando l' elettricità naturale è squilibrata, si sollevano in maggior copia i vapori, essendo dimostrato, che essi sono elettrici, che la loro elettricità varia a norma delle diverse modificazioni, che subiscono, mi maravigliai, che il sig. Monge abbia dimenticato di accennare l' azione del fuoco elettrico, e che il sig. De-Luc abbia anche lasciato di considerare questa mancanza del nostro A., anzi l' abbia commessa egli stesso. Ma seguitiamo i ragionamenti del sig. Monge.

„ Non bastava l' avere spiegato la corrispondenza tra le variazioni barometriche, e le

modificazioni dell' atmosfera; era ancora necessario di vedere perchè il vento sud-ovest faccia abbassare il barometro, ed il nord-est, ossia greco lo faccia montare, e di render ragione dei fatti analoghi, che si osservano in altri paesi quando spirano altri venti; ciò, che era impossibile, prima di una importante scoperta dei signori de Saussure, e Cav. Landriani. Si sapeva di già, che quando un gaz dissolve un liquido, il volume del fluido elastico cresce, come quando si scioglie un sale nell' acqua, la quantità del liquido diviene maggiore. P. e. si era osservato che l' aria atmosferica posta in contatto con l' etere diviene di doppio volume circa saturandosi di questo liquido; si era anche osservato, che il volume dell' aria cresce sensibilmente quando discioglie spirito di vino, ed era probabile, che dissolvendo acqua, dovesse provare una dilatazione dipendente dalla quantità d' acqua necessaria alla saturazione: ma ciò, che la sola analogia non potea far prevedere, si è, che quando l' aria dissolve l' acqua, l' accrescimento del volume è più grande di quello della massa, di modo che il peso specifico dell' aria decresce a misura, che tiene maggiore quantità d' acqua in dissoluzione. Per

mezzo di questa scoperta, alla quale il signor de Saussure pervenne con ricerche ingegnosissime, ed esperienze esattissime, si vede chiaramente, perchè in un paese la colonna barometrica si alzi, qualora spirano certi venti, e si abbassi sempre quando spirano venti contrarj. In fatti prendendo Parigi, p. e., quando dopo molti giorni di pioggia il vento si volge a nord- est, gli strati d' aria recati dal vento contengono molto minore quantità d'acqua disciolta dell'aria, che rimpiazzano, tanto perchè dalla mezzanotte dell' Asia sino a Parigi essi non furono in contatto, se non con la terra del continente, che loro offrì poc'acqua a dissolvere, quanto perchè passando sopra un suolo elevato sopra il livello del mare, e sormontando le cime delle montagne, che s'incontrano provarono una diminuzione di pressione, per la quale dovettero abbandonare l'acqua; di modo che essi arrivano in uno stato più lontano dalla saturazione, di quello, che siano gli strati, ai quali succedono. Per conseguenza essi hanno un peso specifico maggiore, il quale accrescendo il peso di tutta la colonna atmosferica, dee far alzare la colonna barometrica, ed il loro movimento non può

più essere orizzontale. Questi strati superiori per le leggi dell' idrostatica deggiono discendere, e nel moto inclinato produrre molti effetti sensibilissimi.

1.° Quegli strati superiori, la cui temperatura è ordinariamente più bassa di quella degli strati inferiori, pel loro abbassamento cagionano un raffreddamento nelle regioni più vicine alla superficie della terra.

2.° Quelli strati d'aria, che erano di già naturalmente lontani dal punto di saturazione pel loro abbassamento nell' atmosfera, sono esposti ad una maggiore pressione, che accresce la loro facoltà dissolvente; perciò essi sono capaci di dissolvere tutta l' acqua, che incontrano sparsa nell' atmosfera, e di ristabilire molto rapidamente la trasparenza dell'aria.

3.° Questa dissoluzione, che non può farsi senza l' assorbimento di una grande quantità di fuoco tolto dalla stessa atmosfera, accresce il freddo, che si prova. Quindi s' intende, perchè in generale il vento di nord-est a Parigi fa alzare la colonna barometrica, e produce un vento secco, e freddo.

Reciprocamente qualora dopo molti giorni sereni il vento si volge a sud-ovest, gli strati

d' aria, che conduce essendo stati per un lungo tragitto in contatto con la superficie del mare, arrivano in uno stato più prossimo alla saturazione, di quel, che siano gli strati, che rimpiazzano; il loro peso specifico è adunque minore, e scemando il peso totale della colonna dell' atmosfera, deggiono far abbassare il mercurio nel barometro. Altronde il moto di quegli strati d'aria non può essere orizzontale, tanto perchè non possono avanzarsi sul continente, senza allontanarsi dal livello del mare, quanto perchè essendo il loro peso specifico minore, essi deggiono elevarsi nell' atmosfera, sino a tanto che si trovino a livello degli strati, che hanno lo stesso peso specifico; per la qual cosa debbono soffrire una diminuzione di pressione, che li porta ben tosto ad essere soprasaturati, gli sforza ad abbandonare l' acqua, che non possono più tenere disciolta, ed a perdere la loro trasparenza. In fine quest' acqua precipitata restituendo all' atmosfera tutto il fuoco, che avea assorbito nella sua dissoluzione, e che non può più ritenere nel nuovo stato, cagiona una sensibile elevazione di temperie nell' aria. Laonde si vede pure la ragione, per cui in generale a Parigi i venti di sud-ovest fanno ab-

bassare il barometro, e comunemente apportano un tempo umido, ed una mite temperie. Ciò, che abbiamo detto di Parigi riguardo ai venti nord-est, e sud-ovest, dee intendersi di qualunque altro paese relativamente ai venti, che ordinariamente cagionano la siccità, o la pioggia.

Da quanto si è detto sinquì ne segue, che la spiegazione dei principali fenomeni della meteorologia poggia su quattro principj, che furono scoperti in diversi tempi, da varj Autori; e non sarà forse inutile il presentarli sotto un solo punto di vista.

1.° L'aria atmosferica è un vero dissolvente dell'acqua, e ne può essere saturata; ma il punto di saturazione varia a norma delle diverse temperie, assorbendo maggiore quantità d'acqua per essere saturata quando è più calda.

2.° Il punto di saturazione è anche diverso secondo le diverse pressioni, di modo che per arrivare alla saturazione assorbisce maggior dose d'acqua a proporzione che la pressione è maggiore.

3.° Quando l'aria dissolve l'acqua, e la fa passare allo stato elastico, perde una parte del suo fuoco, e si abbassa la sua temperie; all'

opposto quando l' aria diviene soprasaturata di acqua per cagione diversa dal freddo, l'acqua forzata ad abbandonarla gli restituisce il fuoco, che prima la teneva nello stato elastico, e si eleva la temperie dell' aria.

4.° Il peso specifico dell' aria atmosferica diminuisce a misura che tiene maggior dose d' acqua in dissoluzione, vale a dire l' aria dissolvendo l' acqua acquista un volume proporzionalmente maggiore dell' accrescimento di sua massa. Con l' ajuto di questi quattro principj non è difficile lo spiegare in modo plausibile i fenomeni della meteorologia, ed anche i più piccoli aggiunti, che gli accompagnano. Proveremo a farne l' applicazione passando più rapidamente su quei fenomeni, dei quali abbiamo già ragionato abbastanza „.

Questi sono i principj, sui quali l' A. stabilisce la spiegazione dei principali fenomeni della meteorologia, e contro questi fondamenti appunto scrisse il critico Ginevrino, il quale parlò soltanto della loro applicazione alla formazione della tempesta, perchè si persuase di averli sufficientemente abbattuti. Con quali argomenti abbia combattuto gli altri ragionamenti del nostro A., l' abbiamo veduto; ora esporrò

il suo esame di questi ultimi. Il sig. Monge indica come una scoperta moderna, che l'aria mista con acqua evaporata è più leggiera dell' aria pura; eppure questo fu uno dei risultati particolari delle prime mie ricerche meteorologiche. Egli cerca di spiegare, continua il De-Luc, per mezzo di tale circostanza la relazione tra l'abbassamento del barometro, e la pioggia; ed è anche quello, che io avea già fatto. Ma senza continuare questo parallelo, richiamerò mia teoria, indi esporrò la sua. Ecco come io ragionava dietro ai fatti. 1.° Poichè l'acqua evaporata, che si alza continuamente nell'atmosfera non si ferma negli strati inferiori, dee accumularsi nei superiori. 2.° Essendo l'aria mista coll'acqua evaporata più leggiera dell'aria pura, quando le colonne dell' atmosfera contengono molt'acqua evaporata, il barometro dee abbassarsi, perciò dee anche abbassare quando spirano venti umidi. 3.° Siccome l'acqua evaporata è la sorgente della pioggia, quando il barometro discende per l'abbondanza di quest'acqua, è probabile, che pioverà. 4.° L'elevazione dell'acqua nell'atmosfera essendo dovuta alla sua unione col fuoco, la privazione di una parte di questo fuoco sarà

la cagione immediata della sua caduta. 5.° Siccome quando l'acqua evaporata si trova in proporzione della temperie troppo abbondante in qualche strato, nel medesimo si forma la nebbia; così il comparire delle nuvole, che non sono altro, che nebbie, dee porsi per primo indizio, che l'acqua evaporata è in grande abbondanza ove esse si formano. 6.° Finalmente la compressione dell'aria umida facendo precipitar l'acqua, l'incontro di venti opposti, l'urto dei venti contro i monti deggiono essere motivi di pioggia.

In seguito il sig. De-Luc riferisce la teoria dell'A., in cui la pioggia proviene dalla minore pressione dell'aria, indi prosegue, quand' anche la sperienza non c'insegnasse l'opposto di ciò, che si suppone riguardo all'effetto della maggiore, o minore compressione dell'aria, basterebbe il considerare, che nel tempo delle pioggie continuate la diminuzione di pressione eccede raramente la $\frac{1}{60}$. Ma è inutile il paragone delle due teorie, supponendo l'una, e l'altra, circostanza, che non esistono. 1.° Credeva che l'acqua evaporata formasse una porzione d'atmosfera maggiore di alcuni strati nel loro

stato ancora trasparenti. Al presente il sig. de Saussure dimostrò, e lo vediamo in tutti i fenomeni, che l'acqua evaporata, stando nello stato trasparente, non può eccedere $\frac{1}{54}$ del volume d'aria dell'atmosfera; e questa quantità è ancor minore negli strati elevati. 2.° Io non poteva dubitare, che l'acqua evaporata si trovasse in maggior copia negli strati superiori; ma dacchè il sig. de Saussure, ed io ci applicammo all'igrometria, abbiamo riconosciuto, che gli strati superiori sono più secchi. Che possiamo dunque dire il sig. Monge, ed io per difendere nostre teorie contro questi fatti? nol so, ed in quanto alla mia io l'abbandono, e non so donde provengano nè la pioggia, nè le variazioni barometriche. Il sig. De-Luc termina il suo esame, con invitare il sig. Monge a confutarlo, ed ogni altro fisico a dimostrargli che s'inganna sostenendo: 1.° Che l'evaporazione non è una dissoluzione dell'acqua nell'aria. 2.° Che eccettuando le nebbie, non intendiamo ancora le cagioni delle meteore. Credo, che non passerà gran tempo prima che il desiderio del sig. De-Luc sia compito, potendosi con sodi ragionamenti dedotti da' fatti

costanti dimostrare la cagione di varie meteore; ma la brevità non ne permette quì l'esposizione.

Prima di passare ad esporre la spiegazione, che l'A. diede dei principali fenomeni meteorologici, aggiungerò alcune riflessioni sui principj dal medesimo stabiliti. Egli è vero che per lo più in ciascun paese spirando certi venti si rasserena il cielo, ed altri venti arrecano la pioggia; ma la parola *sempre* posta dall' A. viene anche frequentemente contraddetta dal fatto. Lo stesso si dee intendere delle variazioni barometriche; e se il sig. Monge ha atteso alle osservazioni meteorologiche, le dimenticò quando prese a scrivere. L'abbassamento di temperatura quando si dissipano le nubi, e l'innalzamento quando si formano, conviene anche perfettamente con la teoria, in cui si suppone che il fuoco sia l'unica cagione dell'evaporazione. Riguardo poi alla critica del sig. De-Luc egli suppone, che l'incontro di venti opposti, e l'urto di questi contro i monti siano cagioni della pioggia. Ma queste correnti di venti opposti, che vengono ad urtarsi, delle quali facevano un grandissimo uso gli antichi, si osservano in natura?

Io osservai sempre i venti opposti corrispondere a diverse regioni dell'atmosfera. Se l'urto dei venti contro i monti cagiona la pioggia, in qual modo produce tale effetto? e perchè non piove quasi continuamente in certe regioni attorniate dai monti, urtati quasi perpetuamente dai venti? Il non saper ispiegare alcune anomalie barometriche, non fa che non si sappia alcun motivo delle sue variazioni.

Dei fenomeni meteorologi, che dipendono dal difetto di trasparenza dell' aria, come il fumo, le nebbie, e le nubi.

„ L'aria avendo la facoltà di dissolvere l'acqua, l'atmosfera, il cui contatto con la superficie dei mari, e delle parti umide del continente, è perpetuamente rinnovato, dee riguardarsi, dice l'A., come contenente sempre una maggiore, o minor dose d'acqua in dissoluzione. Qualunque sia la quantità d'acqua assorbita dall' aria, sinchè rimane nello stato di dissoluzione completa, l'atmosfera conserva sua trasparenza, soltanto quando una delle cagioni che favoriscono la dissoluzione, prova una diminuzione assai grande, per portar l'aria al di là del

punto di saturazione, allora l'acqua sovrabbondante forzata a lasciare lo stato elastico, ed a ridursi allo stato liquido sotto la forma di piccoli globetti massicci, intorbida la trasparenza dell'aria per tutta l'estensione della massa soprasaturata. Ora abbiamo veduto, che la facoltà dissolvente dell'aria può essere favorita da due cagioni ben distinte, che sono l'elevazione di temperie, e l'accrescimento della pressione; la sovrasaturazione dell'atmosfera, e per conseguenza la perdita di sua trasparenza può essere prodotta in due maniere diverse, ed i fenomeni che ne derivano non deggiono confondersi.

Quando una massa d'aria saturata, o quasi saturata d'acqua, prova in tutta la sua estensione un raffreddamento capace di portarla al di là del punto di saturazione, e che nulla di meno la sua temperie è ancora assai elevata, perchè il suo peso specifico sia minore di quello delle colonne laterali dell'atmosfera; questa massa la cui trasparenza è intorbidata dalla soprasaturazione, prende un movimento ascensionario, e forma un fumo. Così fumano i fiumi d'inverno, ed i corpi umidi posti in ambiente più freddo.

Allorchè il peso specifico della massa soprasaturata pel raffreddamento non differisce sensibilmente da quello delle parti laterali dell' atmosfera, questa massa, della quale è intorbidata la trasparenza, conserva la sua posizione, o non prende altro movimento se non quello, che gli può essere comunicato dall'agitazion dell' atmosfera; in questo caso è una nebbia, o una nuvola secondo la posizione dell'osservatore relativamente alla medesima. In questo modo alla sera si forma la nebbia al fondo delle valli. Ma, come ho già detto, il raffreddamento è un'operazione lenta, e non potendosi comunicare rapidamente a masse di grande estensione, non può cagionare, se non piccoli fenomeni; conviene adunque attribuire ad un' altra causa quei fenomeni, che appartengono ad una parte considerabile dell'atmosfera, e questa cagione è la diminuzione di pressione. Infatti quando una massa d'aria nello stato vicino alla saturazione prova una diminuzione di pressione capace di portarla oltre il punto di saturazione, essa perde sua trasparenza; siccome però le cagioni di una simile diminuzione di pressione per lo più agiscono sovra una parte assai grande dell'atmosfera, che al-

tronde questa diminuzione è di natura capace di trasmettersi rapidamente a grandi distanze, così gli effetti che ne vengono, si manifestano sopra una grande estensione; e la parte intorbidata dell'atmosfera è una nebbia se l'osservatore si trova dentro, ed una nuvola se è in una regione più elevata. I fenomeni che abbiamo considerato sono i risultati delle dissoluzioni intorbidate, con questa differenza, che pel fumo la dissoluzione è sempre intorbidata dal raffreddamento, mentre per le nubi, e le nebbie di una estensione considerabile, la dissoluzione è sempre intorbidata da una diminuzione di pressione, e preceduta da un abbassamento sensibile del mercurio nel barometro ,,.

Sin quì l'A., la cui teoria del fumo abbiamo di già esaminato superiormente, e riguardo alle nebbie, ed alle nuvole primieramente ne parla, come di fenomeni anche prodotti dal raffreddamento dell'aria, di poi dice che tale causa non agisce con sufficiente celerità per produrre fenomeni, che occupino una parte considerabile dell'atmosfera, perciò ricorre alla diminuzione di pressione, le cause della quale per lo più agiscono sovr' una grande

porzione d'atmosfera, e la diminuzione si propaga rapidamente a grandi distanze. Se l'A. avesse almeno accennate le cause del raffreddamento, e della diminuzione di pressione, si potrebbe recare qualche giudizio su le diverse proprietà, che ad esse attribuisce; ma lasciandoci ignorare di quali cagioni egli intenda parlare, possiamo soltanto indicare alcuni fenomeni che non sembrano convenire con ciò, che egli afferma. Il raffreddamento dell'aria, dice l'A., è cagione, che agisce troppo lentamente per produrre fenomeni di qualche estensione. Le nebbie che nell'alba si sollevano sopra i fiumi, e le terre paludose, sono estesissime, e da che procedono? Se le nubi sono prodotte dalla diminuzione di pressione, donde avviene che si formino nuvolette, che rimangono molte ore assai piccole, ed immobili nell'atmosfera? pare egli probabile, che una sì piccola porzione di atmosfera soffra soltanto minor pressione, e si mantenga in quello stato? se tali nuvolette procedono da raffreddamento, per qual ragione non si propaga, o non viene scemato dal calore dell'ambiente più caldo? Molte altre riflessioni potrei aggiungere, ma il sig. Monge non considerò la regolare distri-

buzione della nebbia, per conseguenza nemmeno la cagione della medesima distribuzione, vale a dire l'elettricità; perciò ha ommesso di assegnare cause sufficienti a spiegare i fatti che tuttodì si osservano. Lascio di esaminare la proposizione, che le nebbie, e nubi estese sono sempre precedute da un abbassamento nella colonna barometrica, perchè abbiamo già veduto che l'A. non ha alcun riguardo alle anomalie barometriche, e non havvi alcuno, che abbia per qualche tempo atteso alle osservazioni meteorologiche, il quale non abbia osservato nebbie delle più estese precedute dall' innalzamento del barometro; che anzi se questo fosse sicuro indizio di futura serenità, secondo il nostro volgar proverbio, ogni nebbia dovrebbe far alzare la colonna barometrica, dicendosi comunemente che la nebbia conduce dietro se la serenità.

Della Pioggia.

„ L'effetto immediato, e necessario della soprasaturazione dell'aria, è la perdita della sua trasparenza, o la precipitazione chimica dell'eccesso dell'acqua, che teneva in dissolu-

zione, dice l'A. La caduta del precipitato non è che un effetto secondario e susseguente, che accadrebbe necessariamente, se l'aria fosse perfettamente calma, ed altronde sua facoltà di dissolvere l'acqua non fosse soggetta a nuove alterazioni; ma la pioggia che forma la seconda parte di questo fenomeno può essere ritardata dagli aggiunti, ed anche non aver luogo. Egli è per questa ragione che un considerevole abbassamento del mercurio nel barometto, sebbene annunzj in modo assai sicuro una soprasaturazione nell'aria, tuttavia non è un indizio di pioggia tanto costante; e che reciprocamente la pioggia non cessa sempre immediatamente dopo un sensibile innalzamento del barometro ,,.

Convien credere, che l'A. abbia pensato di avere stabilito sufficientemente la teoria della pioggia nella spiegazione dei principj meteologici, poichè ne dice così poco in questo articolo. Però se avesse accennato le cagioni, che ritardano la pioggia, ossia la caduta di essa, e quelle che la possono impedire, parmi che avrebbe fatto cosa grata ai suoi lettori; tanto più che col paragone delle cagioni assegnate coi fenomeni, che si osservano prin-

cipalmente nei diversi clima, si sarebbe potuto formar qualche giudizio delle medesime. Non vorrei già pretendere che in un breve saggio l' A. avesse parlato delle pioggie chiamate miracolose, cioè tinte di color rosso, o d' altri colori, delle pioggie di grano, lino, ec. provando essere le prime dovute a terre colorite dal vento sollevate, che si unirono alle goccie nella loro caduta, e le altre essere meri trasporti di quelle sostanze operati da' venti impetuosi. Di queste e simili altre circostanze non si può discorrere, se non in un trattato; ma la distribuzione della pioggia, la diversa quantità che in vasi uguali nello stesso tempo se ne raccoglie a diverse altezze dal suolo, ed altri aggiunti appartengono alla teoria della medesima. L' evaporazione, che soffrono le goccie nella caduta, serve pure per intendere diversi aggiunti della medesima (*Theses ex un. phil. pag.* 185). Il sig. Monge però lasciando di accennare molti aggiunti della pioggia in quest' articolo, annunzia un' anomalia barometrica, la quale sembrava che non avesse considerata, attribuendola alle cause non accennate. Questa si è l' abbassamento del barometro non seguito dalla pioggia. Ma anche quest'anomalia

mostra di non averla esaminata abbastanza. Imperciocchè al principio di quest'articolo della pioggia, dice „ l'effetto necessario della soprasaturazione dell'aria è la perdita della sua trasparenza „ indi inferiormente „ un abbassamento considerabile del mercurio nel barometro annunzia in modo assai sicuro una soprasaturazione nell'aria „ per conseguenza quando la colonna barometrica si abbassa, secondo il sig. Monge, l'aria dee perdere la sua trasparenza. Ma osserviamo tuttodì abbassamenti considerabilissimi nel barometro, senza che l'aria perda la sua serenità, e questo è talmente noto ai venditori di barometri, che nella tavola delle modificazioni atmosferiche, la quale sogliono unire ai barometri, in corrispondenza ai maggiori abbassamenti scrivono *pioggia, o vento.*

Della neve.

„ Abbiamo di già veduto, dice l'A., che l'acqua abbandonata dall'aria per la soprasaturazione, si riduce in piccoli globetti, pieni, dispersi, e ritardati nella loro caduta dalla loro aderenza all'aria, che gli attornia. Sinchè la

temperatura dell'ambiente è sopra la saturazione, questi globetti restano liquidi, e di forma sferica; ma quando la temperie è considerabilmente inferiore al gelo, questi globetti si agghiacciano. Il loro nuovo stato punto non favorisce la loro caduta, perchè il ghiaccio ha un'adesione all'aria fors'anche maggiore di quella, che ha l'acqua nello stato liquido, e perchè la solidità di queste molecule non permette che si uniscano almeno con la stessa facilità in così grande numero, e di acquistare una massa sufficiente per vincere le resistenze, che si oppongono alla loro caduta. Ma la massa di questi globetti solidi cresce in un' altra maniera, che è necessario di sviluppare, e per esporla con maggior chiarezza, ricorreremo all'analogia. Se si riempie un vaso di vetro profondo e caldo con una soluzione di sale ammoniaco saturata a caldo, e che si lasci in seguito raffreddare lentamente in un'aria calma, la superficie del liquido è la prima a divenire soprasaturata, sia per causa del raffreddamento diretto al quale è esposta, che a motivo della concentrazione cagionata dall'evaporazione, ed è alla superficie che si formano i primi cristalli. Questi cristalli che sono estremamente

piccoli appena formati sono sommersi, e perchè il loro peso specifico è maggiore di quello del liquido che gli contiene, discendono lentamente; ma a misura che essi discendono il loro volume si accresce in modo sensibilissimo per una continuazione di cristallizzazione, che è facile di riconoscere per esser quella del sale ammoniaco, ed arrivano al fondo del vaso in fiocchi bianchi, numerosi, e voluminosi. Ciò che questo fenomeno ci presenta di rimarchevole, si è che la cristallizzazione continua in maniera rapidissima in un liquido la cui soprasaturazione non è abbastanza avanzata per cagionarla. Non è difficile lo spiegare quest' ultima particolarità; poichè la cristallizzazione non potendo operarsi senza movimento, ed il movimento potendo ritrovare ostacoli, non basta la soprasaturazione alla cristallizzazione; ma conviene ancora che essa sia molto avanzata, acciocchè la tendenza alla cristallizzazione possa superare gli ostacoli, che li resistono, mentre che l' azione di un piccolo cristallo di già formato è sufficiente quando la soprasaturazione è compita, per determinare il progresso della cristallizzazione cominciata.

Questa sperienza, continua l' A., presenta

un' immagine fedelissima della formazione della neve. Quando i piccoli globetti dell'acqua abbandonata dall'aria sono agghiacciati pel freddo, la cristallizzazione è cominciata; quando in seguito questi piccoli diaccj discendono per l'eccesso del loro peso specifico, la cristallizzazione continua a costo dell'acqua che l'aria avrebbe ritenuto in dissoluzione, senza la presenza del primo cristallo, e questa cristallizzazione mostra costantemente la forma di un esagono regolare, o di una stella a sei punte, che è facile di osservare, quando la neve cade essendo calma l'aria, e quando la temperatura dell'aria alla superficie della terra non è abbastanza elevata per difformare i cristalli fondendone gli angoli, e le punte. Ma quando l'atmosfera è agitata, e la neve cade da grande altezza, quei piccoli cristalli si urtano, si rompono, e si uniscono in fiocchi di forme irregolarissime, nelle quali non si può più riconoscere quanto abbiamo descritto.

Vi passa adunque questa differenza tra l'accrescimento delle goccie di pioggia, e quello delle prime fila della neve, che il primo si fa per l'unione di goccie più piccole, le cui celerità sono ineguali, e che l'altro è l'effetto

del progresso della cristallizzazione in un fluido saturato „.

Dal sin quì detto è chiaro, che il sig. Monge non vede altro nella neve, se non una cristallizzazione che si precipita dall'aria, come quella del sale ammoniaco nell' acqua. Ma se i primi cristalli sono globetti di ghiaccio, come vengono a formarsi le *prime fila* della neve? Non si vede nell' esposizione dell' A. alcuna ragione, per cui quei globetti debbano disporsi in linea retta. Nè si comprende la cagione della figura esagona dei fiocchi di neve. Se avesse detto tale essere la figura naturale dell' acqua nello stato solido, e ciò comprovato colle osservazioni fatte sul ghiaccio, avrebbe almeno assegnato una causa. Questo però è il difetto del maggior numero degli scrittori; cioè quando hanno nella mente una causa, altro non sanno scorgere in natura, che effetti della medesima. Il sig. Monge non dee ignorare che i vapori sono elettrici, e che è proprietà del fuoco elettrico di disporre i corpicciuoli leggieri ad uguali distanze tra loro, come restano gli elementi degli esagoni, e finalmente che con globetti di midolla di sambuco appesi alla catena elettrica con sottili

filamenti, si imitano perfettamente le figure della neve; perciò riconoscendo l'elettricità de' vapori dimostrata da mille sperienze, ed osservazioni avrebbe facilmente spiegato tutti gli aggiunti della neve. Rispetto alle nevi colorite l'osservazione dimostra che sono dovute alle stesse cagioni delle pioggie miracolose, di cui abbiamo parlato nell'articolo precedente. Imperciocchè essendomi procurato una dose sufficiente di neve rossa caduta sett'anni sono nella valle d'Aosta, facendola liquefare in un ambiente poco elevato sopra il gelo, l'acqua depose una terra rossa.

Delle Brine.

„ L'effetto che produce un piccolo cristallo cominciato in una soluzione saturata, dice l'A., può essere determinato da qualunque altro corpo piccolo, acuto, al quale la sostanza cristallizzata possa attaccarsi. Per questa ragione nelle fabbriche dei sali neutri per determinare la cristallizzazione, e renderla più abbondante, si mettono nei *cristallizzatorii* bastoni o verghe, attorno alle quali si forma un gran numero di cristalli, che non si sarebbero formati senza questa ciscostanza.

Lo stesso accade nell' aria saturata d' acqua rispetto ai rami degli alberi, ed agli altri corpi piccoli, ed acuti, cui l'acqua si attacca. Queste sostanze si bagnano, determinando una precipitazione d' acqua, che non si farebbe senza la loro presenza; e quando la temperatura è sensibilmente sotto la congelazione, esse si vestono, principalmente ai bordi di cristalli, che sono regolari, quando il tempo è sereno, e calmo, come nel caso della rugiada congelata (*gelée blanche*); e sono irregolari, quando la trasparenza dell' aria è intorbidata, perchè allora l' eccesso dei piccoli cristalli nuotanti nell' aria, e che si attaccano già formati, perturbano continuamente la cristallizzazione, come nel caso delle brine (*frimats*) „.

Lo stesso motivo che indusse l' A. ad ommettere aggiunti importanti delle meteore spiegate negli articoli precedenti, lo portò pure a parlare brevemente delle brine. Vale a dire siccome in ogni meteora egli altro non vede che precipitazione, o soluzione; così tralascia quei fenomeni, che non conosce dipendere dalla medesima cagione. Quindi parlando delle brine, tacque la mutua posizione degli stami ad angoli di 30.°, o di 60.° Inoltre pretende

che i rami degli alberi, e gli altri corpi, cui resta attaccata la brina, determinino una precipitazione d' acqua, che non si sarebbe fatta senza i medesimi; la qual proposizione dall' analogia della cristallizzazione dei sali neutri non pare abbastanza confermata. Poichè l' A. afferma che la quantità dei piccoli cristalli è maggiore quando la trasparenza dell' aria è intorbidata, ossia quando l' aria è offuscata dalla nebbia. Ora secondo il medesimo la nebbia è acqua già precipitata, dunque la quantità della brina dipende dalla copia d' acqua già precipitata. Di poi nessuno ignora che nelle ore notturne si precipita e cade sempre, essendo il tempo sereno, dall' atmosfera una dose d' acqua sufficiente per formare la brina, qualora si congela. Finalmente non saprei se per affermare che i rami degli alberi, e gli altri corpi cagionano una precipitazione d' acqua dall' aria, non sia necessario di provare che quei corpi hanno maggiore affinità coll' acqua, di quella che sia l' affinità tra l' aria, e l' acqua; ed essendo i diversi corpi cui si attacca la brina di natura opposta, non saprei come si potesse provare tale maggiore affinità. Siccome lo stesso principio che distribuisce le nebbie e le pioggie,

e che forma le figure della neve, è quello che ci presenta la disposizione degli stami della brina; così avendone superiormente parlato, credo inutil cosa il trattenermi di nuovo su d' esso.

Della grandine.

„ La gragnuola presenta due difficoltà, che hanno occupato i fisici, i quali non credo, è l' A. che parla, che le abbiano ancora risolte in una maniera soddisfacente; la prima è la stessa formazione di questa meteora; l' altra è che non cade giammai nell' inverno, mentre che al primo aspetto questa stagione sembra più favorevole alla sua produzione.

Per ispiegare la formazione della grandine, supposero che le goccie di pioggia attraversando strati freddi dell' atmosfera, provano un raffreddamento assai grande per congelarle. Ma oltre che sarebbe difficile lo spiegare, come per le leggi idrostatiche simili strati possano sussistere tra altri strati più caldi, non è facile ad intendere in qual modo globi d' acqua di sei linee, ed anche di un pollice di diametro, possano congelarsi intieramente nel tempo ne-

cessariamente brevissimo, che impiegano ad attraversare quegli strati freddi.

Altronde se in tal guisa si formasse la gragnuola, sarebbe cosa molto straordinaria il non trovarne molti, la cui congelazione non fosse che cominciata, ed il centro ancora liquido; pure il fatto c' insegna che ogni grano è gelato sino nel centro. Inoltre se la congelazione cominciasse dalla superficie, i grani di gragnuola sarebbero tutti screpolati, poichè l' acqua del centro aumentando di volume per la congelazione, romperebbe la superficie già condensata in gelo; finalmente è impossibile che goccie di pioggia possano acquistare, e conservare un volume così grande, come quello che non di rado si osserva nella grandine; imperciocchè egli è vero che goccie piccolissime possono unirsi e formare goccie più grosse; ma quest' unione ha un termine, ed è impossibile che una massa d' acqua di un pollice di diametro cada nell' aria senza dividersi in molte altre goccie.

Alcuni fisici moderni, prosegue l' A., avendo osservato, che la grandine cade quasi mai senza procella, ossia temporale, e sapendo che l' elettricità accelera l' evaporazione dell'acqua,

credettero che le goccie d'acqua fossero convertite in grandine per l'accrescimento dell' evaporazione prodotto dall'elettricità. Ma l'aumento dell'evaporazione che l'elettricità produce, ed il raffreddamento che ne risulta sono sì poco considerevoli, che se essi contribuiscono qualche volta, com'è possibile, alla produzione del fenomeno, non possono però riguardarsi nè come la causa principale, nè come causa necessaria. Tutte le circostanze portano a credere, che i grani della gragnuola cominciano a formarsi da un nocciuolo, che in seguito cresce per via di strati successivi.

Quando i globetti dell'acqua abbandonata dall'atmosfera hanno acquistato per l'unione di diversi insieme una massa sufficiente per vincere la loro aderenza all'aria, e che la celerità della loro caduta è divenuta assai grande, essi provano un'evaporazione rapida, ed un vivo raffreddamento, che per oltrepassare il termine della congelazione non esige altro, che una altezza sufficiente di caduta. Due cause concorrono alla rapidità di questa evaporazione. Primo il rinnovare ad ogni istante il contatto col dissolvente: secondo la compressione grandissima che nella loro caduta le goccie di

pioggia esercitano contro gli strati d'aria, che le toccano inferiormente: compressione che accresce di molto la facoltà dissolvente dell'aria, ed anche gliela restituisce, se l'avesse già perduta per la saturazione.

Le piccole goccie di pioggia congelate da questo primo raffreddamento, non cessano di evaporare, nè di provare l'ulteriore raffreddamento che ne proviene. Esse divengono piccoli nocciuoli freddissimi, che congelano gli strati successivi d'acqua che attorno ai medesimi formano le goccie ancora liquide, che incontrano nella loro caduta, e l'accrescimento del loro volume non ha altro termine, che quello della loro caduta. Gli urti eccentrici, che si danno a vicenda i grani di gragnuola, o quelli che soffrono dalle goccie di pioggia, soventi gli fa prendere un moto di rotazione, che ne accresce l'evaporazione aumentando la celerità rispettiva della loro superficie relativamente alle molecule dell'aria ambiente, e che tende a fargli prendere una forma appianata ai poli. Non è rara cosa il vedere grandini, i di cui grani generalmente sono appianati; allora si distinguono facilmente le zone, dalle quali vennero successivamente accresciuti,

e le ineguaglità nella trasparenza di queste zone sono l'effetto delle differenze nella rapidità della loro congelazione.

Quindi havvi una grande differenza tra gli aggiunti della neve, e quelli della grandine. La neve si forma allorchè i globetti d'acqua che compongono le nuvole sono gelati dal freddo dell'atmosfera, ed avanti che nella caduta abbiano acquistato una celerità capace ad unirli in goccie sensibili. Questa meteora può formarsi a qualunque altezza; accade soltanto che i fiocchi sono più grossi, e più irregolari a proporzione che cadono da maggiore altezza. Per la grandine all'opposto bisogna

Primo, che la temperatura delle nubi non sia al di sotto del gelo, perchè i globetti possano unirsi nello stato liquido, e prendere una celerità di caduta capace a produrre un grande raffreddamento.

Secondo, conviene che la nuvola sia molto elevata nell'atmosfera, acciò la durata della caduta, e l'intensità del raffreddamento possano operare la congelazione. Dal sin quí detto è manifesta la ragione, per cui non grandina giammai se non nelle stagioni calde, poichè in queste solamente la temperie delle regioni

assai elevate dell'atmosfera trovasi sopra il termine della congelazione „.

Il signor De-Luc pensando di aver abbattuti i principj, sui quali l'Autore stabilì il suo sistema meteorologico, credè inutil cosa l'esaminarne l'applicazione alle varie meteore; per recare però un esempio delle assurdità, cui il signor Monge si lasciò condurre dalla sua teoria, come abbiamo nella prima parte accennato, esaminò la spiegazione della grandine. La grandine, secondo l'Autore, si forma, dice il sig. De-Luc „ quando i globetti riuniti hanno acquistato una massa sufficiente per vincere la loro aderenza all'aria, e la celerità della loro caduta gli fa provare un'evaporazione tale, da congelarli pel freddo vivo che ne viene, al che si richiede che cadano da un'altezza sufficiente „. Io lascierò le cagioni del freddo, siegue il De-Luc, e mi restringerò alla maggiore celerità della caduta, osservando 1.° che i grani di gragnuola hanno un nocciuolo nevoso, il quale dee essere stato il primo ad essere congelato, senza che se gli possa attribuire una caduta rapida. Secondo, che un corpo, il quale si muove nell'aria, per qualunque cagione non può acquistare un certo

maximum di celerità; perchè la resistenza dell' aria cresce in ragione maggiore, di quel che cresca la celerità del mobile; quindi se l'ipotesi fosse fondata, non avremmo giammai pioggia, ma sempre grandine, poichè le goccie d'acqua, che si separano dalle nubi, deggiono sempre aver acquistata la loro celerità *terminale* lungo tempo prima di arrivare alle regioni inferiori dell'atmosfera. 3.° Finalmente che mentre le cime dei monti sono ordinariamente inferiori alle nuvole piovose, esse sono superiori a quelle, dalle quali cade la grandine; la qual cosa forma una prova diretta, che una maggiore altezza di caduta, considerata come cagione di una maggiore celerità delle goccie, non ha che fare col fenomeno della grandine.

Il sig. De-Luc però conviene coll' A. nell' affermare, che sinora la formazione della gragnuola non fu ancora spiegata, e nelle sue *Idee su la meteorologia* confuta la propria ipotesi che diede nelle *Modificazioni dell' atmosfera.*

Trattandosi però dell' unico esempio di assurdità, che tra tutti ha scelto il sig. De-Luc, pare, che avrebbe anche dovuto aggiungere le prove della prima parte del secondo punto, quantunque il primo ed il terzo bastino a ro-

vesciare la teoria, che prese a criticare. Per quanto poi spetta all'A. egli mostra in questo articolo non minore inesattezza, che negli altri, sebbene abbia trattato di questa meteora alquanto più diffusamente. Ed in vero al principio mette per certo, che la grandine non cade mai d'inverno, quando pochi esempj bensì, ma alcuni si trovano di gragnuole cadute in tempo d'inverno. In seguito suppone, che comunemente gli scrittori abbiano detto, che la grandine si forma nel passaggio delle goccie di pioggia per gli strati freddi interposti tra gli strati caldi dell'atmosfera; mentre l'opinione comune è, che la gragnuola si formi nelle più elevate regioni dell'aria, le quali sono freddissime, indi nella caduta s'ingrossino i grani per le goccie di pioggia, che si uniscono ai medesimi, e sono dal massimo freddo del nocciuolo congelate. Di poi riferisce l'opinione di quelli, che attribuiscono la grandine all'elettricità per l'evaporazione da questo attivissimo fluido prodotta, la quale è causa della congelazione; e dicendo, che qualche volta può ben contribuire, senza recare alcun fatto afferma, che l'evaporazione cagionata dall'elettricità è cotanto poco considerabile, che non può pro-

durre il freddo necessario. Però le sperienze dell' Abate Nollet, e di altri, ed anche le mie altrove riferite (*Memorie fisiche pag.* 117), comprovano, che l'elettricità promuove grandemente l'evaporazione. Al che conviene aggiungere, che avendo il cel. Cav. D. Alessandro Volta proposto (*Bibl. fisica d' Europa, tom. XIV pag.* 61) una nuova teoria di questa meteora, alla produzione della quale concorrono le azioni del fuoco elettrico, e del sole; pare che volendo confutare le teorie moderne di questa a preferenza delle altre avrebbe dovuto parlare. Rispetto alla teoria dell' A., siccome le riflessioni del sig. De-Luc mi sembrano sufficienti a rovesciarla; così per brevità tralascio di aggiungerne varie altre, che potrei recare. Finalmente la differenza tra la formazione della neve, e quella della gragnuola, che deriva dalla sua teoria, trovasi già nel Cotte, ed in altri, onde non è nemmeno un errore proprio dell' A.

Delle trombe.

„ La tromba è un fenomeno abbastanza raro, dice l' A., perchè non sia inutile il darne una breve descrizione.

La tromba è una nuvola disposta in colonna quasi verticale, per lo più strombata superiormente, ove si confonde con le altre nubi, alle quali pare sospesa, ed inferiormente suole finire in punta più o meno vicina alla superficie della terra. Questa nuvola scaglia tutto all' intorno, ed a distanze considerabili una pioggia abbondante, non di rado mista con gragnuola. L' aria ambiente è in una grande agitazione; sradica gli alberi, rovescia gli edifizj, strascica tutto ciò, che non è capace di grandissima resistenza; finalmente quando questa meteora passa sopra il mare, l' acqua, che gli corrisponde si solleva per diversi piedi, e forma un cono, il cui asse è nel prolungamento di quello della tromba.

L' analogia tra questa circostanza, e la protuberanza, che si osserva alla superficie di un liquido elettrizzato, quando per mezzo di un *eccitatore* si estraggono scintille, avea fatto riguardare questa meteora, come un fenomeno puramente elettrico; ma oltre che non s' intende, come una nuvola in colonna verticale possa servire di *eccitatore*, la durata di una scintilla non è che momentanea, mentre il sollevamento dell' acqua sotto la tromba è continuo,

e dura presso a poco quanto la medesima. Per ispiegare in modo lodevole la tromba, e render ragione di tutte sue particolarità per mezzo dei soli principj meteorologici, conviene solamente supporre, che due correnti d'aria, di opposte direzioni comunichino alle masse d'aria che le separano un rapido moto di rotazione attorno un asse quasi verticale. Questa supposizione ha niente di affatto straordinario. Simili movimenti sono così frequenti nelle acque correnti, si osservano così soventi nell'atmosfera stessa, ove si conoscono dai vortici della polvere, e degli altri corpi leggieri, che si sollevano, che farebbe stupore la rarità delle trombe, se non si sapesse, che è all'estrema rapidità di questi movimenti, che esse debbono la loro origine.

Supponiamo adunque, che questo movimento *giratorio* sia stabilito con una celerità considerabile; le molecule d'aria strascicate da questo movimento acquistano tosto una forza centrifuga, la quale allontanandole dall'asse della rotazione, scema la pressione, che provarono le molecule, che sono vicino all'asse. Il primo effetto di questa diminuzione di pressione, quando essa è assai considerevole, si è

di portare l'aria, che attornia l'asse al di là del punto di saturazione, di forzarla ad abbandonare una certa quantità d'acqua, di perdere sua trasparenza, e di presentare l'aspetto di una nuvola in colonna verticale. Le molecule d'acqua abbandonate acquistano una forza centrifuga maggiore per l'eccesso delle loro masse, e portando seco l'aria, che le attornia, contribuiscono a scemare maggiormente la pressione delle parti centrali. Queste ultime non potendo più equilibrarsi col peso dell'atmosfera permettono all'aria di penetrare per le due estremità dell'asse, come in un tubo, in cui fosse stato cominciato il vuoto; e siccome questa nuov'aria prova tosto la sorte di quella che rimpiazza; così resta stabilito un movimento continuo d'aria, che arrivando lungo l'asse perde sua trasparenza, mantiene l'opacità della nube verticale, ed in seguito sfugge orizzontalmente. Le molecule d'acqua abbandonate unendosi per l'ineguaglianza delle loro forze centrifuge, compongono le goccie, che si disperdono lateralmente, e formano una pioggia, la cui abbondanza dipende dalla rapidità del movimento di rotazione, e che possono anche convertirsi in grandine, allorchè la

loro celerità di projezione, o l'altezza della loro caduta è sufficiente. L'aria, che entra per le due estremità della colonna per mantenere il fenomeno, porta seco i corpi che non gli possono resistere; così quella, che viene dall' alto strascica seco le nuvole, se ve ne sono, e presenta la forma strombata della colonna opaca; e quella, che viene dal basso solleva i corpi, che cedono al suo impulso. Finalmente quando questa meteora passa sopra il mare, quella porzione della superficie dell' acqua, che corrisponde all' asse di rotazione prova una pressione minore di quella dell'atmosfera, e dee alzarsi, come farebbe nel tubo di una tromba aspirante.

La pioggia, che la tromba produce, ossia l'acqua, che essa scaglia tutto all' intorno, dee essere in maggior copia di quel, che si crederebbe; poichè la corrente dell' aria, che entra per l' estremità superiore porta continuamente seco le nuvole, ed in tal modo introduce nella tromba una grande quantità d' acqua precipitata, la cui precipitazione non è stata effetto del fenomeno; di modo che tutta la pioggia, che senza la tromba sarebbe caduta più tardi sopra un' estensione considerabile,

viene, per così dire, a concentrarsi in questa meteora, e contribuisce alla violenza de' suoi effetti.

Laonde le trombe non presentano alcuna particolarità, che non sia effetto necessario di un rapido movimento di rotazione comunicato ad una porzione considerevole dell' atmosfera attorno un asse verticale „.

Sinquì l' A., che anche in questo, come nell' articolo precedente, mostra una particolare sottigliezza nel ragionare, la quale fa non poco rincrescere, che non abbia consultato la natura, anzi che la propria fantasia nell' investigare le cagioni dei fenomeni meteorologici. Del che si hanno diverse prove in questo articolo; poichè cominciando dalla descrizione del fenomeno tra gli aggiunti, dovea pur anco riferire i lampi, che alcune fiate si osservano, ed i colpi di tuono che si sentono; tanto più volendo confutare l' opinione di coloro, che ripetono questa meteora dall' elettricità, non dovea passar sotto silenzio quelle circostanze, che sembrano più favorevoli a tale teoria. Nè pare, che dovesse tacere il moto progressivo delle trombe, richiedendo bensì la brevità, che nulla d' inutile si noti, ma giammai che si om-

mettano aggiunti importanti. Prima di proporre la sua teoria espone in breve la spiegazione, che di tali fenomeni si diede per mezzo dell' elettricità; indi ne dà una breve confutazione. Ma nel modo d'imitar in piccolo ciò, che la natura opera in grande, cambia un aggiunto importante, cioè dice, che si trae dal liquido elettrizzato una scintilla, in vece di dire, che ad un corpo deferente bagnato, ed elettrizzato si presenta il liquido, come altrove (*Lettere fisico-meteorologiche pag.* 118), indicai, che si imitano le trombe; di poi nella confutazione dice, che non s'intende come una nuvola in colonna verticale possa servire di *eccitatore*, ossia tirare la scintilla. Quando l' A. scrisse questa proposizione, credo, che avesse la mente svagata dal soggetto, che trattava; imperciocchè non posso darmi a credere, che il signor Monge ignori, che l'acqua è deferente; perciò i vapori, o molecule d'acqua, che formano le nuvole, deggiono pure essere deferenti. Lascio i naturali fenomeni, che ciò ci dimostrano, e le sperienze, che mi portarono a credere l'acqua ridotta in vapori molto più deferente dell' acqua nello stato liquido. Per la qual cosa essendo la nuvola composta di parti

deferenti, qualunque figura essa abbia, è manifesto, che sarà deferente; onde non può esservi alcun'ombra di difficoltà nell'intendere, che una nuvola meno elettrica ecciti, o tragga la scintilla da un corpo più abbondante di fuoco elettrico, qualora niente osti all'esplosione. Potrei aggiungere, che lo stesso vetro, e gli altri corpi coibenti traggono piccole scintille dai corpi abbondantemente elettrici; ma questi fenomeni non essendo così comuni, come la cognizione della deferenza dell'acqua, si possono ignorare anche da coloro, che sono versatissimi nelle altre parti della scienza naturale.

L'altra parte della confutazione, che l'A. diede della teoria elettrica delle trombe è fondata sulla momentanea durata della scintilla, mentre il sollevamento dell'acqua è continuo, e si mantiene sinchè dura la tromba. Questa ragione però essendo stabilita sulla supposizione, che le trombe si imitino traendo scintille dal liquido elettrizzato, il qual supposto abbiamo superiormente veduto, che non regge, necessariamente cade per se stessa; volendo però ancora concedere, che nella guisa dal sig. Monge divisata i fisici propongano d'imitare le trombe, prima di chiamare erronea tale

teoria l' A. dovea considerare, che siccome la nuvola non viene in un tratto bastantemente vicino alla terra, perchè la scintilla possa balzare; così l'acqua, od i corpicciuoli leggieri si sollevano per abbreviare la strada, ossia scemare la resistenza dello strato coibente: nè una sola scintilla molte volte è sufficiente per istabilire l' equilibrio dell' elettricità; tanto più quando continua la causa dello sbilancio. Ma queste, e simili ragioni si possono soltanto considerare da chi prima di confutare una spiegazione, ne esamina bene i fondamenti. Passiamo alla teoria dell' A. per ispiegare, egli dice, in modo lodevole la formazione delle trombe, e render ragione di tutte le particolarità, basta supporre, che due correnti d' aria di opposte direzioni comunichino alle masse d' aria che le separano un rapido movimento di rotazione attorno un asse presso a poco verticale. Superiormente abbiamo già veduto che nella descrizione dimenticò diverse particolarità delle trombe, perciò delle circostanze dimenticate non ebbe alcuna considerazione; laonde dicendo tutte non intende quelle che si osservano; ma soltanto quelle particolarità, che egli annunciò. La supposizione poi delle

due correnti d'aria di opposte direzioni ec.; è niente meno che nuova per ispiegare questi fenomeni; ed il signor *Andoque* nelle Memorie dell'accademia delle scienze per l'anno 1727 si servì della stessa supposizione, e del moto di rotazione, che le correnti opposte d'aria imprimono nelle parti intermedie, per ispiegare le trombe di mare, e terrestri coi loro aggiunti. Siccome però l'A. propone questa teoria come propria, convien credere, che ignori essere già stata immaginata da altri; e trovandosi la medesima riferita anche dal P. Cotte nel suo *Trattato di meteorologia*, è chiaro, che il sig. Monge non consultò nemmeno questo scrittore prima di scrivere la sua *Memoria*, del che pochi certamente gli sapranno buon grado, poichè in tal guisa non vide certe difficoltà palmari contro i suoi pensieri. Ed in fatti il Cotte parlando di questa teoria dice: „ in essa si suppone, che le trombe siano sempre accompagnate da due venti impetuosi, e soventi accadono quando l'aria è tranquilla „, al che potea pure aggiungere, che la calma dell'aria è uno degli indizj delle future trombe, in quelle regioni, ove sogliono accadere. Questa circostanza anche dimenticata dall'A.

pare favorire l'opinione, che le trombe siano in parte dovute all'ascendimento dell'aria vicina al suolo dal calore resa più leggiera di quella delle regioni più elevate. Inoltre non saprei, se da alcuno siansi osservate due correnti opposte d'aria, e simultanee, con esservi frammessa una porzione d'aria tranquilla. Per me so, che simili correnti non le ho mai vedute, nemmeno senza alcuna separazione; ma osservai soltanto spirare simultaneamente venti opposti nelle diverse regioni dell'atmosfera, e nella stessa regione osservai succedersi le ondulazioni per la riflessione dello stesso vento. Il sig. Monge però dice, che la supposizione del moto di rotazione nell'aria cagionato da due correnti opposte, non è punto straordinaria; perchè simili movimenti si osservano frequentemente nelle acque correnti, e nell'atmosfera stessa, ove si conoscono per la polvere, che sollevano. Il primo esempio però non pare, che provi quanto si dà a credere di confermare l'A., giacchè i vortici, che si osservano nei fiumi, non sono cagionati da due correnti opposte, ma bensì da qualche ostacolo al libero moto dell'acqua. I vortici dell'aria poi tanto meno possono servire per pro-

vare la supposizione dell' A., essendo di essi la questione. Provata l'insussistenza delle correnti opposte, che cagionano il moto di rotazione, necessariamente cade tutta la teoria, nella quale resterebbero pure da spiegarsi gli aggiunti dall' A. dimenticati nella descrizione; ed alcune circostanze sono spiegate in modo, che difficilmente può venire approvato. Così p. e. la gragnuola si forma secondo il signor Monge, allorchè l' altezza della caduta della pioggia, o la celerità di projezione è sufficiente; e dal detto nell' articolo precedente sembra, che tale spiegazione non si possa ammettere: la brevità mi obbliga a tacere molte altre riflessioni non meno contrarie alla teoria dell' A.

Delle agitazioni dell' atmosfera cagionate dai fenomeni della meteorologia.

„ Delle cagioni dei venti altre agiscono sull' intera atmosfera, dice l' A., e perciò chiamansi generali, e regolari; altre non agiscono che sopra alcune parti dell' atmosfera. Queste sono locali, e perchè deggiono la loro esistenza al concorso di molte circostanze, le cui leggi difficilmente s' intendono, nominansi ir-

regolari. Noi non ci proponiamo di dare l'enumerazione di tutte le cagioni irregolari dei venti; ma soltanto d'esporne le principali per essere meramente meteorologiche. „

„ Abbiamo veduto che quando l'aria atmosferica dissolve l'acqua, il suo volume si accresce sensibilmente, non solo perchè allora l'acqua passa dallo stato liquido a quello di fluido elastico, ma ancora perchè in quest'operazione si scema il peso specifico dell'aria. Reciprocamente quando l'aria abbandona una parte dell'acqua, che teneva disciolta suo volume, dee diminuire sensibilmente, purchè altre cagioni, come l'elevazione di temperatura, e la diminuzione della pressione non si oppongano a questo risultato. Per la qual cosa quando in qualche parte dell'atmosfera l'aria dissolve una nuova quantità d'acqua, o che ne abbandona una porzione di quella, che teneva in dissoluzione, succedono mutazioni nel volume, ed alterazioni nell'elasticità dell'aria, le quali debbono produrre muovimenti nell'atmosfera „.

„ Le dissoluzioni chimiche essendo per l'ordinario lentissime, quella dell'acqua nell'aria non può, in verità, produrre se non leggieri

agitazioni, delle quali possiamo appena accorgerci, perchè si riducono a semplici alterazioni nei movimenti che altre cagioni comunicano all' atmosfera. Ma le precipitazioni chimiche per lo più sono rapidissime; accade frequentissimamente che l' aria perde sua trasparenza in una grande estensione, e si formano grandissime nuvole in brevissimo tempo. Il vacuo quasi subitaneo prodotto da questa rapida precipitazione è riempiuto dalla caduta degli strati superiori, e dall' accostamento delle parti laterali; ed il trasporto di queste masse d' aria cagiona muovimenti, che riguardo all' intera atmosfera non sono che agitazioni; ma per l' osservatore, che trovasi sovra un punto della superficie del globo, sono venti irregolari. Questi sono i venti, che precedono sempre le pioggie abbondanti, perchè sono il più immediato effetto della precipitazione dell' acqua, e che quasi sempre cessano con la pioggia, perchè la causa, cui debbono la loro origine, è locale, e di breve durata. Da questi venti sono parimenti prodotte le procelle, principalmente sopra il mare, la cui superficie più liscia non presenta ai movimenti dell' aria gli stessi ostacoli che le terre, ed il continente ".

Se negli articoli precedenti, anche considerando la brevità di una memoria, non si può difendere l' A. dall'accusa, che deggiono fargli i meteorologisti di aver taciuto diversi fenomeni, e le cagioni dei medesimi; tale difetto tanto meno si potrà scusare in questo articolo, come appare dall'esame di esso.

Primieramente l' A. dice, che tra le cagioni dei venti altre agiscono sull' intera atmosfera, e si chiamano generali, e regolari; altre operano soltanto su di alcune parti, e perchè sono prodotte dal concorso di molte circostanze, diconsi irregolari. Siccome l' A. dice, che le cagioni chiamansi regolari, ed irregolari, convien credere, che tali denominazioni abbia ritrovato in alcuni scrittori; non essendo però esse usate comunemente dai meteorologisti, pare, che avrebbe dovuto o citare gli autori, che se ne servirono, o meglio ancora dire le ragioni, per cui ha preferito tale divisione delle cagioni alla distribuzione comune dei venti in generali, o costanti, periodici, e variabili. Nè crederei d'ingannarmi, qualora affermassi, che il maggior numero dei lettori gli avrebbe saputo buon grado, se in vece di trattenersi soltanto sulla dissoluzione, e la precipitazione

dell' acqua nell' atmosfera, del che parlò già a lungo nei precedenti articoli, avesse, posta la comune divisione dei venti, accennato, che i venti costanti, o generali sono quelli, che spirano sempre in certe parti dell' atmosfera, come sono gli *alizei*, che regnano costantemente tra i tropici. I venti periodici sono quelli, che cominciano, e cessano sempre in certi determinati tempi dell' anno, od a certe ore della giornata, quali sono i *monsoni*, che soffiano dal sud-est da ottobre sino a maggio, e spirano dal nord-ovest da maggio sino ad ottobre tra la costa di *Zanguebar*, e l' isola di *Madagascar*; ed i venti di terra, e di mare, che spirano ogni giorno, questo il mattino, e l' altro alla sera. I venti variabili sono quelli che non conservano nè direzione, nè celerità, nè durata costante, e chiamansi anche irregolari.

Se poi il sig. Monge per brevità volea soltanto parlare delle cagioni dei venti, e non di essi, pare che avrebbe almeno dovuto accennare le principali cause, o quelle considerate tali dagli scrittori, e queste sono:

1.° L' azione del sole, e della luna. Se il flusso, ed il riflusso del mare dipendono da questa azione, è chiaro, che la medesima dee

pure agire sull' atmosfera. Il sig. D' Alembert nella dissertazione coronata dall' Accademia di Berlino del 1746 esamina questa cagione generale dei venti calcolando l' effetto, che può produrre sull' atmosfera l' azione del sole, e della luna considerati semplicemente come corpi attraenti in ragione diretta delle loro masse, ed in ragione inversa del quadrato delle loro distanze.

2.° L' azione del sole considerato come corpo riscaldante. Siccome l' aria è rarefatta dal calore, e condensata dal freddo; così è chiaro, che le parti dell' atmosfera maggiormente esposte al calore del sole deggiono dilatarsi, e quelle più fredde condensarsi; per conseguenza l' azione del sole deé produrre movimenti nell' aria, e correnti con diverse direzioni a norma dei varj punti dell' atmosfera esposti successivamente all' azione dei raggi solari pel doppio moto annuo, e diurno della terra. Questa cagione generale dei venti fu particolarmente esaminata dal sig. Cavaliere de la Mark in una memoria letta all' Accademia delle scienze di Parigi nell' anno 1777.

3.° L' elevazione dei vapori molto abbondante in certe regioni, la direzione delle co-

ste, e delle catene delle montagne deggiono pure influire sui venti.

4.° L'abbassamento delle nuvole, la loro unione, e le pioggie abbondanti producono parimenti mutazioni nell'aria.

5.° L'Abate Nollet annovera anche tra le cagioni dei venti la grande quantità dell'aria, che si sviluppa dai misti, o corpi che fermentano in certe stagioni; e l'assorbimento dell'aria, che si fa dai vegetabili nella primavera. Di questi venti parlò pure a lungo l'Abate Bertholon, che li chiama *gazosi*. A questi si potrebbero fors' anche rapportare certi venti, che escono da caverne.

6.° Finalmente il sig. le Roy attribuisce la cagione del vento alla maggiore, o minore quantità d'acqua, che l'aria tiene in dissoluzione, e considerando gli effetti, che secondo le leggi idrostatiche dee produrre l'aumento, o la diminuzione dell'acqua nell'aria in una Memoria letta all'Accademia del 1751 spiega diversi venti.

Ma il signor Monge avrà creduto di dare una sufficiente nozione delle cagioni dei venti, dicendo, che altre sono regolari, ed altre irregolari, nel che, se non siasi ingannato, lascio, che ne giudichino i lettori,

io mi contenterò di esaminare le definizioni. Le cagioni regolari dei venti sono quelle, secondo l'A., che agiscono sull' intera atmosfera. Sono persuaso che avrà inteso di significare che agiscono successivamente su le diverse parti dell'atmosfera, o inegualmente nel medesimo tempo; poichè se l'azione fosse uguale e simultanea su tutte le parti dell'atmosfera non vedrei la cagione delle agitazioni provenienti dal turbato equilibrio delle parti dell' aria. Se avesse però con due o tre parole indicato alcune di queste cagioni avrebbe tolto ogni dubbio su la sua opinione.

Le cagioni irregolari dei venti, dice l'A. sono locali, non agiscono che sovr'alcune parti dell'atmosfera, e debbono la loro esistenza al concorso di molte circostanze, le cui leggi difficilmente si possono intendere. Dicendo che le cause irregolari sono locali, ed agiscono soltanto sopra alcune parti dell' atmosfera, pare quasi che ci voglia far credere, che le cause regolari agiscono nello stesso tempo sopra tutti i punti dell'atmosfera; siccome però in questo caso non succederebbe alcuna agitazione dell' aria, così dobbiamo intendere che esse come le prime non agiscono

successivamente sopra le diverse parti dell'aria. Riguardo poi all'altra parte della descrizione delle cause irregolari dei venti, cioè che esse deggiono la loro esistenza al concorso di molte circostanze, sarebbe anche stato necessario, che l'A. avesse nominato alcune di tali cause per giudicarne. Giacchè non è difficile ad intendersi che molte cause conspiranti possano produrre un vento; ma che sia sempre necessario il concorso di molte circostanze per cagionare un vento non saprei se facilmente verrà ammesso dai meteorologisti; non sembrando che sia sempre necessario, che concorrano molte cause per turbare l'equilibrio di un fluido mobilissimo qual è l'aria. Finalmente il nome di cause irregolari non so, se incontrerà l'universale approvazione; poichè sebbene chiaminsi anche irregolari i venti, che soffiano senza norma fissa di stagione, di luogo, e di ora della giornata; tuttavia pare che non debbansi chiamar irregolari le loro cause.

Il sig. Monge però crederà di non meritarsi tutte queste taccie per aver detto „ di voler soltanto parlare delle principali cagioni dei venti; perchè esse sono unicamente meteorologiche „. Ma primieramente converrebbe

sapere ciò, che intende l'A. per meteorologia, senza del che non si può giudicare del suo scopo; e non avendo egli premesso alcuna definizione, dal suo saggio possiamo bensì giudicare che egli non considerò la comune definizione, cioè che sia la scienza dei fenomeni dell'atmosfera, poichè di molti non fece parola, e lasciò intieramente di parlare delle meteore ignee, e delle luminose od enfatiche; ma non possiamo affermare qual sia la sua opinione, se pur non vogliamo credere che sotto il nome di meteorologia l' A. altro non voglia intendere, se non la scienza dei fenomeni provenienti dalla dissoluzione, e precipitazione dell'acqua nell'aria. Di poi essendosi proposto di parlare delle principali cagioni, discorre soltanto di quella già sviluppata dal le Roy (che probabilmente dimenticò di citare), cioé della suddetta dissoluzione, e precipitazione dell'acqua. Lascio per brevità di esaminare la proposizione dell' A., che le pioggie abbondanti sono sempre precedute da' venti, che cessano colle medesime; mentre non di rado osserviamo dissiparsi le nubi dal vento, quando la pioggia parea imminente; ed allo spirare del vento cessare la pioggia, che certe fiate

ricomincia cessando di nuovo il vento; ma l'esame di queste, e di varie altre circostanze che potrei riferire richiede un troppo lungo discorso.

Del rumore del tuono.

„ Il fulmine è un fenomeno composto, in parte meteorologico, ed in parte elettrico, tutte le circostanze del quale non furono ancora sufficientemente analizzate. Non solo i principj fisici che deggiono condurre alla spiegazione di questa meteora si conobbero soltanto in questi ultimi tempi; ma ancora un terrore religioso ne allontanava gli sguardi degli osservatori; e questo fenomeno, come vedremo, non è ancora abbastanza conosciuto per essere spiegato con tutti i suoi aggiunti. Non vi ha dubbio altro non essere il fulmine se non una forte scintilla elettrica; ma oltre che i fisici sono ancora al giorno d'oggi divisi su la questione se la scintilla venga sempre dall' atmosfera alla terra, o se essa qualche volta dalla terra ascenda nell' atmosfera, ciò che è di già un oggetto assai grande di incertezza, si considerò sempre il rumore del

tuono come quello che dee naturalmente produrre una scarica elettrica cotanto forte, e quest' errore impedì che si facesse attenzione ad alcune circostanze, che era però necessario di conoscere per ispiegare il fenomeno ,,.

,, Primieramente il rumore di una scarica elettrica consiste sempre in un colpo unico, mentre all' opposto il rumore del tuono è sempre rumoreggiante (roulant), e composto di un seguito di colpi moltiplicati; quindi non era punto naturale l' attribuire, come si fece, risultati costantemente cotanto diversi a cagioni perfettamente analoghe. Questa difficoltà dovette tosto presentarsi; e si credè di toglierla considerando il rumoreggiamento (roulement) del tuono, come cagionato dalle riflessioni del suono moltiplicate, prodotte dalle varie superficie delle diverse nuvole, e si riguardò questa conghiettura come abbastanza confermata dal rumoreggiamento, che accompagna anche il colpo del cannone sparato in paese montuoso; ma non trovasi rassomiglianza veruna negli aggiunti. Le superficie delle colline, delle rocche, degli edifizj, dei muri delle fortificazioni, ec. sono capaci di resistenza, e possono, riflettendo il rumore del cannone, pro-

durre tanti eco, ed una specie di rumoreggiamento; ma le nuvole, che altro non sono che l'apparenza d'una porzione dell'atmosfera divenuta opaca e visibile per la soprasaturazione, non presentano alcuna superficie riflettente; i globetti d'acqua che compongono le nubi sono troppo mobili, e troppo piccoli per essere capaci di fare la resistenza necessaria alla riflessione del suono; ed il rumore unico di una scarica eccitata nell'atmosfera, qualunque sia il numero, e la forma delle nuvole, che sono attorno, non può giammai essere ripetuto, e non si dee sentire se non una sol volta ,,.

,, Questa conseguenza, cui ci conduce il ragionamento, è confermata da un'osservazione quotidiana. Tutti i marinai sanno, che un colpo di cannone sparato in alto mare lungi dalle coste si sente una sol volta, e senza eccheggiamento, comunque siano le nuvole; all'opposto il tuono si sente come a terra per un seguito di colpi ripetuti. Laonde le nuvole non hanno la facoltà di riflettere i suoni, ed il rumore del tuono non è, come si credo ancora, l'effetto di una sola esplosione ripetuta, e moltiplicata da' vari eco ,,.

„ Un'altra osservazione importantissima, e che pare essere sfuggita all'attenzione degli osservatori, si è che il fulmine accompagna sempre la formazione subitanea di una gran nuvola, sia che ne sia la cagione, o che ne sia l'effetto. La state, quando in seguito ad un tempo secco e caldo, il vento nei nostri climi si volge a sud-ovest, si ode un primo colpo di tuono, ed il cielo, che poco tempo avanti era puro e sereno, si trova già occupato da nuvole. A proporzione che il temporale si accresce, e che i colpi di tuono si succedono, il cielo si copre di nuove nubi, che antecedentemente non esistevano, e che non furono portate dai venti. In breve spazio di tempo la trasparenza dell'aria è intorbidata per tutta l'estensione dell'orizzonte; indi ne segue una pioggia la cui copia è in ragione del numero e della forza dei colpi di tuono; finalmente questa pioggia, e la formazione delle nuvole che la cagionano, non cessano, se non quando il tuono ha cessato di farsi sentire. „

„ Uno de' miei amici (il sig. Fion, avvocato a Beaune), nelle cognizioni del quale io debbo confidare, mi accertò che trovandosi un

giorno alla campagna nel suo giardino udì un primo colpo di tuono, ed il fulmine caddè sopra sua casa; alzando allora gli occhi ad osservare l'atmosfera, vide una gran nuvola, ed egli era certo che un momento prima del colpo il cielo era sereno. Osservazioni cotanto convincenti come la riferita non possono essere che infinitamente rare; ma considerando con attenzione ciò che succede in tutti i temporali, è impossibile di dubitare della nostra osservazione. Il presidente de Virly al quale comunicai quest' articolo, mi scrisse la seguente nota. - Alcune osservazioni sembrano provare che si può dare il fulmine senza alcuna nuvola. Crescenzio riferisce, come testimonio oculare, che sotto il Pontificato di Sisto V., il fulmine è caduto sopra una galera che era vicino all' isola di *Procita*, ed uccise tre uomini. Si trovano accennati molti casi simili da Scheuchzer (*Meteor. Helv. part.* 2); e tra gli antichi da Omero, Anassimandro, Zenofonte, Virgilio, Ovidio, Cicerone, Plinio. Si può anche consultare a questo oggetto Musschenbroek, ed il discorso di Bergman su le circostanze che accompagnano il fulmine. Questi riferisce d'aver veduto egli stesso a cadere il fulmine da una

piccolissima nuvola sopra un campanile, mentre il cielo era negli altri siti perfettamente chiaro. Indi soggiunge il Bergman: quelli che non aveano veduta questa circostanza, si stupivano di un caso cotanto straordinario, e non sapevano l'esistenza di alcuna nuvola. Potrebbe essere lo stesso dei casi citati, perchè l'aria può essere per se stessa elettrica; ma lo sarebbe difficilmente abbastanza per cagionare il fulmine. -

„ Se il fulmine accompagna sempre, o come causa, o come effetto, la formazione subitanea di una gran nuvola, il rumore del tuono non è più quello del fulmine, egli è quello della formazione della nuvola. Infatti quando per lo spazio di una mezza lega quadrata; e per l'altezza di alcune centinaja di tese l'aria atmosferica, per qualunque cagione, diventa tutto in un tratto soprasaturata, e che nell' istante si forma una gran nuvola, la grande quantità d'acqua abbandonata, che passando dallo stato aeriforme allo stato liquido, è ridotta ad un volume circa novecento volte minore, cagiona una specie di vuoto subitaneo nell'atmosfera; gli strati superiori pel loro peso, e gli strati laterali per la loro elasticità

si portano a riempiere questo vuoto, ed urtandosi con violenza cagionano un rumore. Lo stesso accade giornalmente in piccolo, quando si apre rapidamente uno stucchio il cui coperchio chiude assai esattamente; facendo scorrere il coperchio si dilata l' aria interiore, ed appena aperto lo stucchio, l' aria esteriore portandosi con una certa celerità per riempiere il vuoto, si urta e produce il rumore, che accompagna sempre quest' operazione. „

„ Il rumore della sferza è pure un effetto analogo a quello, che descriviamo; impercioocchè il fiocco della sferza appianato in forma di cucchiaio, e ritirato prestamente, porta seco una piccola massa d'aria, e forma un vuoto subitaneo; questo vuoto procura una precipitazione d'acqua, e la formazione di una piccola nuvola di un pollice di volume, che si vede facilmente, quando si fa sopra uno strato oscuro, e l' aria ambiente sforzandosi di riempiere tosto il vacuo, produce urtandosi un rumore, il cui strepito dipende dalla rapidità del muovimento, e dall' intensità del vuoto, se mi è permesso di così esprimermi. Finalmente la vescica, che si rompe colla macchina pneumatica quando si estrae l' aria dal

tamburro pneumatico, che fa un rumore considerabile è anche un esempio di un effetto analogo. „

Nell'atmosfera poi quand'è formato un primo vacuo di una assai grande estensione per via della precipitazione dell'acqua, gli strati superiori discendono pel loro peso per riempirlo; ma gli strati laterali si dilatano, e divengono anche soprasaturati; per conseguenza si produce in essi una nuova precipitazione d'acqua, ed un nuovo vacuo che essendo riempiuto nella stessa guisa, cagiona un secondo ~~colpo, e~~ così di luogo a luogo. Ma i primi vacui essendo riempiuti dagli strati di un diametro maggiore, i vuoti che loro succedono divengono sempre meno intensi a misura che gli strati, in cui si fanno, sono più lontani dal centro; e gli scoppj, dopo essersi indeboliti, finalmente cessano quando le dilatazioni dell'aria non possono più cagionare nuove precipitazioni d'acqua „.

„ Resterebbe ora a determinarsi se la soprasaturazione subitanea di una grande massa d'aria e la formazione di una gran nuvola che ne segue è prodotta dalla scintilla elettrica; ed in questo caso la scintilla potrebbe ugualmente

essere estratta o dalle nuvole per mezzo della terra, o dalla terra per mezzo delle nuvole: se all'opposto questa scintilla è l'effetto della precipitazione dell'acqua, allora il fulmine costantemente prodotto nelle stesse circostanze, sarebbe sempre discendente. Potrebbe darsi che la soprasaturazione dell'aria fosse sempre cagionata dalla ascensione rapida di una corrente d'aria calda e saturata (perchè abbiamo veduto che il peso specifico dell'aria in questo stato è molto minore), e che il fulmine non fosse altro che la scarica spontanea dell'elettricità naturale e debole, primieramente eccitata dalla precipitazione chimica, ed in seguito accresciuta dall'avvicinamento delle molecule, che necessariamente succede nella formazione di una nuvola; ma, come abbiamo già detto, ci mancano a questo riguardo le osservazioni, ed altronde queste considerazioni sono lontane dal nostro oggetto. A noi basta l'aver distinto nel fenomeno del tuono ciò che è meramente meteorologico da ciò, che è elettrico „.

Se la fretta potesse indurre i lettori a passar sopra gli errori scientifici, come le trascuratezze dello stile soglionsi per cagione della medesima perdonare, converrebbe dire essere

stato brevissimo il tempo impiegato dal sig. Monge nel comporre quest' ultimo articolo; poichè tante sono le riflessioni contrarie alla sua opinione del tuono, che non sarebbe difficile il farne un volume; siccome però si dovrebbe dare un saggio sul fulmine, e sopra i temporali, lo che non permette la natura di quest' opera; così mi restringerò all' esame delle principali proposizioni.

Il fulmine, dice l'A., è un fenomeno composto, in parte meteorologico, ed in parte elettrico, tutte le circostanze del quale non furono ancora sufficientemente analizzate. Non avendo l' A. creduto opportuno, come abbiamo veduto nell' articolo precedente, il dichiararci quale significazione dia alla voce meteorologia, e constandoci che non segue la comune, non potremmo recare, se non dubbie congghietture su la sua opinione della composizione del fulmine; perciò crediamo meglio il non esaminare questa proposizione: riguardo poi alla sua asserzione che tutte le circostanze del fulmine non furono ancora sufficientemente analizzate, se egli intende di significare che con nuove diligentissime osservazioni si possono ancora conoscere altre verità, oltre le

note, riguardo a questa meteora, credo che di buon grado ognuno glielo accorderà; imperciocchè non solo questo, ma eziandio tutti gli altri fenomeni naturali partecipano in certo modo dell'infinità del loro *Creatore*, perciò presentano, e presenteranno sempre nuove verità agli esperti indagatori, ed il credere esaurito il fonte delle cognizioni sopra alcuna scienza è proprio di chi ha soltanto idee superficiali della medesima; se poi l'A. pretende che non si conoscano ancora sufficientemente le circostanze del fulmine per darne la spiegazione, come pare che abbia voluto poco dopo indicare dicendo, questo fenomeno non è ancora abbastanza noto per essere spiegato con tutti i suoi aggiunti; in questo caso mi pare che sia in un errore, giacchè da diversi scrittori, tra' quali ve ne sono pure alcuni Francesi, furono già spiegati gli aggiunti del fulmine.

Due sono i motivi, secondo l'A., che questa meteora non è ancora sufficientemente conosciuta: il 1.° che i principj della fisica, che deggiono condurci alla spiegazione della medesima si conobbero soltanto in questi ultimi tempi; il 2.° che un terrore religioso al-

lontanò gli sguardi degli osservatori (antichi). Riguardo al primo però pare che le osservazioni e gli studj dei più valenti fisici dell'Europa per otto lustri circa possano già aver rischiarato sufficientemente questa materia; e certe teorie chimiche stabilite dopo la cognizione del vero principio fulminante ai giorni nostri chiamansi già antiche. Per quanto spetta al 2.° motivo, primieramente il far parte della loro religione ben lungi dall' allontanare gli sguardi degli antichi dal fulmine, loro fece aguzzar le ciglia per attentamente esaminarlo; dipoi le principali circostanze del medesimo trovansi accuratamente riferite dagli antichi, e principalmente da Seneca nelle questioni naturali. Tra i dubbj sul fulmine però l' A. non riferisce la sua natura elettrica, dicendo, che è fuori di dubbio altro non essere il fulmine, se non una forte scintilla elettrica; ma dice che i fisici sono ancora al giorno d' oggi divisi su la questione se il fulmine discenda sempre dall'atmosfera alla terra, ovvero se qualche volta ascenda dalla terra nell' atmosfera, la qual cosa è oggetto assai grande d' incertezza. Dal dubbio su la suddetta questione pare quasi che l' A. non abbia nè letto, nè udito parlare dei più rino-

mati scrittori su questa materia; poichè il cel. Marchese Maffei prima del 1750 cominciò a provare, che i fulmini s'elevano anche dalla terra nell'atmosfera; e la questione fu in quel tempo fortemente agitata. In seguito non pochi dimostrarono essere l'atmosfera ora per eccesso, ora per difetto elettrica; perciò i fulmini essere certe fiate discendenti, altre volte ascendenti; la qual cosa ho creduto già cotanto nota quattro anni sono, che giudicai poco necessario il grandissimo apparato d'osservazioni proprie e di altri autori recato dall' Ab. Bertholon, nella sua *Elettricità delle meteore* per abbattere il pregiudizio che il fulmine sia sempre discendente. (Vedi *Biblioteca Oltremontana vol. IX. pag.* 223 *del* 1787.) Per la qual cosa se il sig. Monge avesse consultato almeno gli scrittori Francesi più moderni sul soggetto, che prese a trattare, sembra che non avrebbe messo per *oggetto assai grande d'incertezza* il non sapere se il fulmine sia sempre discendente, ovvero se ascenda anche qualche volta.

Se poi avesse atteso per qualche tempo alle osservazioni meteorologiche, ed avesse esaminati i luoghi tosto dopo colpiti dal fulmine, credo che gli sarebbe anche accaduto

di vedere le vestigia di fulmini ascendenti, come nello scorso luglio mi è avvenuto nella casa abitata dai sig. Collini. Avendo ai 26 del detto mese udito che nel temporale del giorno antecedente dopo caduta una quantità di pioggia, mentre piovea ancora, il fulmine avea colpito e fatto dei guasti nella casa Collini, mi portai al più presto che potei con l'ago calamitato ad esaminare le vestigia del fulmine; ed oltre alla relazione dell' avvocato Collini, che si trovava in casa, avendo esaminato l' orojuolajo, che si trova al piano terreno, e gli altri abitatori della stessa casa unitamente ai muri, alle chiavi di essi, ed altri corpi metallici, mi accertai di quanto mi avea riferito il suddetto cortesissimo Avvocato, cioè che, il fulmine era entrato per finestra; vale a dire salì dal suolo per l' umido esterno del muro bagnato dalla pioggia sino all' altezza della sua finestra, indi entrò nella casa, e si gettò sopra una cornice dorata assai grande, della quale percorse il lato inferiore orizzontale, ed un lato verticale, dal quale balzò ad un' altra cornice dorata più piccola; da essa entrò nel muro, ed uscì dall' altra parte del muro, nel quale

rientrò in corrispondenza di un ferro, che serve per tener parte del soffitto: da questo ferro passò alla pietra del corrispondente camino del piano superiore, e passando pel ferro fatto ad arco che tiene radunata la cenere, e per altri ferri che si trovavano sotto il camino, saltò alle cornici dorate di alcuni quadri laterali; da esse entrò nella cornice parimenti dorata di uno specchio grande, dal quale passando per un'altra cornice dorata, entrò nel muro corrispondentemente al ferro che tiene la gronda infisso nel medesimo. Nel suo tragitto, credo per colpo di ritorno (come gli nomina Milord Mahon), diede una scossa in un braccio all' Avvocato cui passò vicino, tolse quasi interamente l'oro alle parti delle cornici che toccò, fece diversi fori esternamente larghi, ma internamente assai piccoli; e fuse il metallo di dietro ad una parte dello specchio, cioè ad un pezzo di lastra posto a metà della cornice, e calamitò fortemente la pietra di lavagna del camino, ed un chiodetto che restò nella cornice dello specchio, e molto debole magnetismo comunicò ad alcuni mattoni. L'analisi di questi fenomeni troppo lungi mi porterebbe, perciò seguitiamo le traccie dell' autore.

„ Si considerò sempre, dice egli, il rumore del tuono, come quello, che naturalmente dee produrre una scarica elettrica cotanto forte, e quest' errore impedì di fare attenzione ad alcune circostanze, che era però necessario di conoscere per ispiegare il fenomeno.

„ Siccome l' autore reca in seguito le prove che confermano essere un errore il credere il rumore del tuono cagionato dalla scintilla, o scarica elettrica cotanto forte, ossia dal fulmine, così credo inutile il trattenermi su la sola proposizione, perciò esaminerò le prove, che sono. 1. Il rumore di una scarica elettrica consiste sempre in un solo colpo; all'opposto lo strepito del tuono è sempre rumoreggiante (roulant) e composto di un seguito di colpi moltiplicati, perciò non era naturale l' attribuire, come si fece, risultati costantemente cotanto diversi a cagioni perfettamente analoghe. Questa difficoltà però, segue l' A., si presentò ai fisici, e crederono di toglierla ricorrendo all' eco moltiplicato dalle varie superficie delle nubi; non potendo per altro le nubi riflettere il suono, non possono cagionare l' eccheggiamento del tuono; laonde questo non può essere prodotto da una sola

esplosione ripetuta e moltiplicata dall' eco.

Due sono le parti di questa prova: 1.° che il tuono è un rumore diverso da quello di una scarica elettrica: 2.° che la spiegazione del rumoreggiamento data dai fisici è falsa. Lascio di esaminare la proposizione che il rumore del tuono è sempre composto di un seguito di colpi; perchè chiunque ha alquanto atteso alle osservazioni meteorologiche, o si trovò varie fiate vicino ai luoghi colpiti dal fulmine, non potè a meno di udire tuoni di un solo colpo senza rumoreggiamento; ma abbiamo di già veduto nell' esame dei primi articoli, che l' A. si serve facilmente dell' espressione sempre, anche a dispetto dei fatti. Riguardo alla prima parte, se l' A. vuol paragonare il tuono allo strepito delle scintille, che nell' ordinario apparecchio elettrico si traggono, facilmente ritroverà l' assegnata differenza tra il tuono e la scarica elettrica. Ma non saprei qual altro fisico volesse paragonare una scintilla che tragitta per brevissimo spazio ad un torrente elettrico, qual è il fulmine, che attraversa lunghi tratti d' aria saturata diversamente d' acqua, passando parimenti per nuvolette, che possono bensì servirgli di vei-

colo, ma non assorbirlo? imperciocchè la scintilla dovendo scacciare l'aria per breve spazio dee produrre un solo colpo; ma se la medesima scintilla passasse per un conduttore interrotto, tanti sono i colpi che dee produrre, quanti sono i tratti d'aria che dee scacciare; e se queste interruzioni si trovano a distanze sufficienti, perchè i colpi non si confondano giungendo nello stesso tempo all'orecchio le diverse ondulazioni dell'aria, si udiranno i colpi distinti, supponendo ancora, che una parte del conduttore non abbia capacità sufficiente per trasmettere la scintilla, in quel caso nel passare per quel tratto del conduttore si udirà rumoreggiare per la sua azione sull'aria ambiente. Laonde anche la scarica elettrica può cagionare *un seguito di colpi*, ed un rumoreggiamento a norma delle circostanze. Che poi tali aggiunti si trovino nell'atmosfera, che la scintilla fulminante debba produrre il rumoreggiamento, e molte volte *il seguito di colpi*; mi pare poco difficile ad intendersi. Poichè il fulmine tragitta per lungo spazio, onde una serie di ondulazioni dee produrre nell'aria, nel suo tragitto incontra alcune nuvolette che sono capaci di trasmetterlo silenzioso, e poco

rumoreggiante pel loro tratto; nell' uscire da esse può incontrare strati d'aria molto coibenti, perciò cagionare nuovi colpi anche più forti del primo in ragione della resistenza, che incontra; a proporzione che passerà per maggior numero di nubi non capaci ad assorbirlo interamente, e che queste saranno separate da strati più o meno saturati d'acqua, sarà maggiore il numero dei colpi, ed a norma anche degli strati sarà diverso il rumoreggiamento. Lo spiegare come naturalmente esistano nell' atmosfera queste modificazioni delle nubi, e dei tratti d'aria, troppo lungi mi porterebbe; chiunque però non ignora la teoria delle atmosfere elettriche abbastanza conosce, che una sola nuvola elettrica per eccesso può renderne diverse elettriche negativamente, e che la mutazione indotta nella prima si comunica alle altre; come la scintilla tirata da un conduttore può cagionarne una serie tra altri conduttori vicini, ed un fulmine che cade un miglio lungi, per colpo di ritorno, può uccidere un uomo distante un miglio dal sito, ove cadde il fulmine.

Per quanto spetta alla seconda parte della prova recata dall'A. per confermare essere un erroro

il credere il tuono un rumore cagionato dal fulmine, essa ci porta di nuovo a pensare, che egli non abbia veduto gli scrittori moderni più accreditati in questo genere. Imperciocchè il sig. Monge dice, che i fisici attribuiscono il romoreggiamento del tuono alla riflessione del suono cagionata dalle diverse nuvole, e dai corpi terrestri; ossia che il rumore prodotto dalla scarica elettrica sia riflesso dalla superficie di ciascuna nuvola, che cagiona l'eco. Se egli avesse indicato gli autori, che tal cosa affermano più facilmente, potremmo giudicare della loro autorità; ma non avendo l'uso di citare alcuno, quando riferisce le opinioni degli altri possiamo dubitare, che abbia tolto la suddetta spiegazione del romoreggiamento del tuono dal *Dizionario delle scienze naturali del Conte di Buffon*; nel qual caso l'A. si dimenticò, che le diverse opere del Plinio Francese hanno un merito, ed un credito cotanto diverso, che molte proposizioni del medesimo non possono servire di prova per ammettere un'opinione. Intanto da quanto ho detto di sopra del rumore cagionato dal fulmine è manifesto, non essere necessario di ricorrere all'eco già negato dal Beccaria, per ispiegare il rumoreggiamento del tuono.

Passiamo all' altra prova, che l' A. riferisce dell' errore dei fisici riguardo al tuono. Questa consiste in una osservazione importantissima; che pare essere sfuggita all' attenzione degli osservatori; ed è che il fulmine accompagna sempre la formazione subitanea di una gran nuvola, o ne sia la cagione, o l' effetto. Così la state, segue l' A., si ode un primo colpo di tuono, ed il cielo, che poco prima era puro, e sereno, è di già offuscato da alcune nuvole. A misura che continua a tuonare si formano nuove nuvole, che occupando in breve tutto l' orizzonte, si scaricano in pioggia, la cui abbondanza corrisponde al numero, ed alla violenza dei tuoni, e che non ha fine se non dopo cessato il tuono.

Se alcuno potè dubitare di quanto ho conghietturato superiormente, cioè che il signor Monge consultò più la fantasia, che la natura, e che scrisse molto in fretta questa sua dissertazione, mi pare che debba restarne convinto da questo articolo. Poichè quand' anche non avesse osservato succedersi varj fulmini senza che si aggiunga, o si formi alcuna nuova nube, onde essere falsa la proposizione, che il fulmine accompagna *sempre* la formazione su-

bitanea di una gran nuvola; tuttavia nessuno, che guardi qualche volta in cielo quando si formano i temporali può ignorare, che quasi sempre si veggono diverse nuvole sparse prima di udire alcun colpo di tuono; e che non di rado a diversi fortissimi colpi di tuono non succede la pioggia dissipandosi il temporale; ed altre volte a pochi tuoni succede una pioggia abbondantissima. Lascio, che i temporali molte fiate non occupano tutto l' orizzonte vedendosi il sole e la pioggia nello stesso tempo; e che certe volte la pioggia continua per più giorni, avendo cominciato per temporale. Il sig. Monge però conferma la sua importantissima osservazione col fatto narratogli dal suo amico l' Avvocato Fion, che trovandosi nel giardino udì il colpo del fulmine caduto sopra la sua casa; ed alzando allora gli occhi vide una gran nuvola; ed era certo che un istante prima del colpo il cielo era puro; e conchiude che sebbene non si abbiano molte osservazioni cotanto convincenti, tuttavia osservando ciò, che succede nei temporali, è impossibile di dubitare della sua osservazione.

Questo fatto peraltro non pare provare altra cosa, se non che l' Avvocato Fion non

avea osservato la nuvola, dalla quale scoppiò il fulmine; ed il dire che allora alzò gli occhi non sembra convenire con ciò, che dice del momento prima; il che però non proverebbe nemmeno la proposizione dell'autore, poichè mentre il suo amico non guardava la nuvola, può essere stata portata dal vento, od essersi formata; perciò l'osservazione non è convincente quale la crede. Riguardo alla conclusione poi avendo superiormente dimostrato, che l'osservazione di quanto succede nei temporali abbatte la proposizione dell'A., convien credere che esso vegga ciò che gli altri non vedono.

Probabilmente per prevenire la difficoltà dei fulmini a ciel sereno riferì il signor Monge la nota comunicatagli dal Presidente di Virly, il quale da Musschenbroeck, o dal Torre pare, che abbia tolto le citazioni di vari autori che parlano di fulmini a ciel sereno; indi aggiunse un testo di Bergman, il quale dice d'aver veduto il fulmine a cadere da una piccolissima nuvola, e che gli astanti lo crederono a ciel sereno, dal che conchiude, che lo stesso può essere succeduto riguardo ai fulmini creduti a ciel sereno. Quand'anche però si ammettesse l'opinione del Bergman, sarebbe ciò non ostante

falsa la proposizione dell' A., cioè che il fulmine accompagna sempre la formazione di una gran nuvola; ma che esistano fulmini a ciel sereno si hanno troppo grandi testimonianze per dubitarne; ed in qual modo essi si formino, già lo indicai nelle *Lettere fisico-meteorologiche pag.* 125; perciò resta sempre più manifesto essere l' osservazione importantissima dell' A. contraddetta da quanto si vede in natura.

Il sig. Monge supponendo essere cosa certissima, che il fulmine accompagna sempre o come causa, o come effetto la formazione subitanea di una gran nuvola, ne deduce, che il rumore del tuono non è quello del fulmine, ma bensì quello che è cagionato dalla formazione della nuvola; la qual cosa dimostra nel modo seguente. Quando per una grande estensione l' aria diventa in un colpo soprasaturata, la grande quantità d' acqua che passa dallo stato aeriforme allo stato liquido, è ridotta ad un volume circa novecento volte minore, perciò cagiona una specie di vuoto nell' atmosfera; gli strati superiori pel loro peso, ed i laterali per l' elasticità accorrono per riempiere quel vacuo, ed urtandosi con violenza fanno un

rumore. Formato il primo vacuo per la preci-
pitazione dell' acqua gli strati laterali dell' aria
si dilatano, e divengono anch' essi soprasatu-
rati; perciò si formano in questi strati nuovi va-
cui, che riempiuti nella stessa guisa cagionano un
secondo colpo, e così di luogo a luogo. Ma
i vacui successivi si fanno sempre meno in-
tensi, perciò s' indeboliscono i colpi, sinchè
cessano, allorchè le dilatazioni dell' aria non
possono più cagionare nuove precipitazioni
d' acqua.

Avendo, se non isbaglio, dimostrato l' in-
sussistenza del principio fondamentale stabilito
dall' A., pare che non sarebbe necessario di
esaminare le conseguenze che ne deriva; tut-
tavia supponendo anche vero il principio, ve-
diamo, se le conseguenze siano più uniformi
a quanto si vede tuttodì a succedere nell' atmo-
sfera. La formazione della nuvola cagiona un
vacuo, e l' aria che accorre a riempierlo pro-
duce il rumore. Io non so se altri abbia udito
qualche rumore nell' osservare a formarsi le
nuvole; a me certamente non riuscì mai di
udire alcun rumore, sebbene abbia veduto a
formarsi centinaja di nuvole subitanee princi-
palmente viaggiando su le montagne. Nè credo

che ad altri ciò sia avvenuto, perchè l'avrebbero segnato. Inoltre vediamo tante volte ad annuvolarsi in poco tempo tutto il cielo; senza udire alcun colpo di tuono; perciò dobbiamo credere che il vacuo cagionato dalla precipitazione dell'acqua è cotanto diviso, che non può dar luogo ad alcun colpo. Il signor Monge però continua ad affermare che il primo vacuo molto intenso ne cagiona altri successivamente meno intensi, ed i colpi dai medesimi cagionati vanno pure in ugual ragione decrescendo; sinchè cessa la precipitazione dell' acqua, ed il rumore. Coll'ajuto dei vacui successivi l'A. viene a spiegare il rumoreggiamento del tuono, che secondo il medesimo dovrebbe sempre cominciare con un colpo molto più forte; indi continuare con una serie di colpi decrescenti, e terminare con iscoppj così deboli da non udirsi se non da chi ha più fino udito. Ma anche in questo la natura contradice la fantasia del sig. Monge; imperciocchè non di rado accade che il tuono comincia con un rumoreggiamento, indi si fanno sentire alcuni scoppj più forti coi quali termina. Altre volte comincia con un colpo fortissimo, in seguito rumoreggia alquanto, e

poi ci fa udire nuovi scoppj assai forti, dopo i quali rumoreggia ancora alquanto. I quali fenomeni per essere famigliarissimi non so come siano sfuggiti all'attenzione dell'A., che da essi avrebbe veduto rovesciarsi affatto il suo edificio. All'opposto tutti gli scherzi, che ci presenta il tuono, sembrami che non siano altro che necessarie conseguenze dell'aria scacciata dal torrente fulmineo, il quale pei diversi gradi di saturazione acquea dell'aria, e pei tratti vaporosi, o nuvolosi che incontra nel suo tragitto agisce diversamente sull'aria, e cagiona i narrati fenomeni del tuono. Lascio di esaminare gli esempi analoghi recati dall'A. del rumore, che si ode aprendo uno stucchio; del tamburro pneumatico; e degli scoppj, che si fanno col fiocco della sfera. Osservando soltanto che egli mette il fiocco della sferza appianato in forma di cucchiajo, mentre generalmente è rotondo; dice che ad ogni colpo si vede formarsi una piccola nuvoletta del volume di un pollice, la quale non so che altri abbia giammai veduto; se non di polvere, quando la sferza da qualche tempo non fu usata; e finalmente agli scoppj più forti della sferza secondo la teoria dell' A. dovrebbero

succedere diversi altri scoppj più deboli, e non se ne sente, che un solo per ciascuna agitazione del fiocco.

Proposta la sua teoria del rumore del tuono il sig. Monge dice, che rimane a determinarsi, se la formazione della nuvola sia prodotta dalla scintilla; nel qual caso il fulmine potrebbe essere sì ascendente, che discendente, ovvero se la scintilla sia l'effetto della precipitazione dell'acqua, ed allora il fulmine sarebbe sempre discendente. Che l'elettricità promove grandemente l'evaporazione, ed ha la massima aziono nella meteorologia fondato sopra osservazioni, ed esperienze, l'ho già altrove stabilito (Thes. LIX.); ma che una scintilla possa nell'istante formare una nuvola negli aggiunti supposti dall'A., non m'indurrei così facilmente a crederlo; che poi, se la scintilla è cagionata dalla precipitazione dell'acqua, il fulmine sia sempre discendente, nemmeno lo affermerei, se non nel caso che unica fosse la nuvola fulminante; altrimenti per l'azione della sua atmosfera può rendere un'altra nuvola elettrica negativamente, e questa tirare la scintilla dalla terra.

Il sig. Monge però riguardo a tali questioni

non credè opportuno di asserire cosa alcuna positivamente, ma si contentò di proporre alcuni dubbj dicendo che potrebbe essere che la soprasaturazione fosse sempre prodotta dalla rapida ascesa di una corrente d'aria calda e saturata, e che il fulmine fosse cagionato dall' elettricità eccitata dalla precipitazione chimica, ed accresciuta dall' avvicinamento delle molecule nella formazione della nuvola. Proposti questi dubbi, ripete che ci mancano le osservazioni a questo riguardo, e che queste considerazioni si allontanano dal suo oggetto; bastandogli di aver distinto nel fenomeno del tuono ciò che è meramente meteorologico, da quanto è elettrico.

Se l' A. avesse anche asserito donde provenir possa la corrente d' aria calda, e saturata, certamente avrebbe fatto cosa grata, perchè avrebbe tolto l'imbroglio di cercarla inutilmente; indi si fosse servito della teoria della capacità dei corpi per contenere il fuoco elettrico, non gli sarebbero mancate le osservazioni, e con grande facilità avrebbe spiegato la cagione dell' abbondante elettricità delle nuvole; nè i fisici, credo, avrebbero giudicate queste ricerche lontane dal suo oggetto; ma vedendo che dalla

meteorologia egli separa la scienza elettrica, che ne forma la parte principale; ed ignorando qual estensione egli attribuisca alla meteorologia, conviene aspettare che dichiari ciò, che intende per la scienza delle meteore, ed allora si potrà più facilmente giudicare delle sue opinioni.